

N° D'ORDRE

499

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

RENÉ KOEHLER

Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR LES ÉCHINIDES DES CÔTES DE PROVENCE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le *31 Mai* 1883, devant la Commission d'Examen.

MM. MILNE EDWARDS, *Président.*

HÉBERT,

DUCHARTRE,

} *Examineurs.*



MARSEILLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE CAYER ET C^e

IMPRIMEURS DES ANNALES DU MUSÉE

Rue Saint-Ferréol, 57.

1883

N° D'ORDRE

499

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS-SCIENCES NATURELLES

PAR

RENÉ KOEHLER

Préparateur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Nancy.

1^{re} THÈSE. — RECHERCHES SUR LES ÉCHINIDES DES CÔTES DE PROVENCE.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 31 Mai 1883, devant la Commission d'Examen.

MM. MILNE EDWARDS, *Président.*

HÉBERT, }
DUCHARTRE, } *Examineurs.*



MARSEILLE

TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE CAYER ET C^e

IMPRIMEURS DES ANNALES DU MUSÉE

Rue Saint-Ferréol, 57.

1883

ACADÉMIE DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES

MM.

Doyen..... MILNE EDWARDS, Prof^r. Zoologie , Anatomie , Physiologie comparée.

Professeurs honoraires { DUMAS.
PASTEUR

Professeurs..... { DESAINS..... Physique.
PUISEUX..... Astronomie.
HÉBERT..... Géologie.
DUCHARTRE. Botanique.
JAMIN..... Physique.
SERRET..... Calcul différentiel et intégral.
DE LACAZE-DUTHIERS. Zoologie , Anatomie , Physiologie comparée.
BERT..... Physiologie.
HERMITE.... Algèbre supérieure.
BOUQUET..... Mécanique physique et expérimentale.
TROOST..... Chimie.
WURST..... Chimie organique.
FRIEDEL..... Minéralogie.
O. BONNET..... Astronomie.
DARBOUX..... Géométrie supérieure.
DEBRAY..... Chimie.
TISSERAND..... Mécanique rationnelle.
LIPPMANN..... Calcul des probabilités , Physique mathématique.

Agrégés..... { BERTRAND..... } Sciences mathématiques.
J. VIEILLE..... }
PELIGOT..... Sciences physiques.

Secrétaire..... PHILIPPON.

À Messieurs

A.-F. MARION

Professeur à la Faculté des Sciences
de Marseille.

A. FRIANT

Professeur à la Faculté des Sciences
de Nancy.

Hommage respectueux.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550203_0069

RECHERCHES

SUR LES

ECHINIDES DES COTES DE PROVENCE

INTRODUCTION ET HISTORIQUE

Le but que je m'étais proposé en commençant ce travail était de faire une étude aussi complète que possible, des différents systèmes qui constituent l'anatomie interne des oursins irréguliers, vivant sur les côtes de Provence. Les travaux publiés sur ce sujet sont, en effet, fort peu nombreux, et les deux mémoires les plus récents, ne s'adressant, du reste, qu'au seul genre *Spatangue*, dus à Hoffmann et à Teuscher, étaient assez en contradiction sur un grand nombre de points, particulièrement sur tout ce qui se rapporte au système circulatoire, pour qu'il parût nécessaire de reprendre cette étude à nouveau. L'anatomie interne des Oursins réguliers, qui avaient été l'objet de travaux plus étendus et beaucoup plus nombreux, me semblait plus avancée et connue d'une façon satisfaisante, surtout après les recherches de M. Perrier sur le système circulatoire, décrit jusqu'alors d'une façon très incomplète et très vague, et au sujet duquel s'étaient élevées autrefois de nombreuses discussions. Après avoir terminé l'étude des *Spatangides*, je fus conduit à m'occuper de l'anatomie des Oursins réguliers par la difficulté que j'éprouvais à comparer le système circulatoire des *Spatangues* avec celui des Oursins, d'autant plus que les recherches de Teuscher publiées en 1876, ne concordaient pas, sur certains points, avec celles de

M. Perrier. La structure histologique de certains organes, du tube digestif et des tentacules, par exemple, exigeait, du reste, de nouvelles recherches.

Les côtes de Provence m'offraient d'ailleurs de très riches matériaux d'étude dont je pus largement profiter, grâce à la généreuse hospitalité que je reçus au laboratoire des Hautes Etudes, à la Faculté des Sciences de Marseille. Les oursins réguliers sont, en effet, représentés dans le golfe de Marseille par sept espèces, dont quatre se trouvent toujours en très grande abondance (*Echinus acutus*, *Strongylocentrotus lividus*, *Sphaerechinus granularis* et *Psammechinus microtuberculatus*). Les trois autres espèces (*Echinus melo*, *Dorocidaris papillata* et *Arbacia pustulosa*) y sont beaucoup plus rares. Les Spatangides y sont représentés par sept espèces appartenant aux cinq genres *Spatangus*, *Echinocardium*, *Schizaster*, *Brissus* et *Brissopsis*. Le *Spatangue* et l'*Ech. flavescens* sont assez communs ; les autres espèces sont au contraire fort rares ; mais, grâce à quelques échantillons conservés dans l'alcool, qui ont été mis à ma disposition par M. Marion, j'ai pu étudier l'anatomie de ces trois derniers genres. Quant à la classe des Clypeastroïdes, elle n'est représentée, dans le golfe, que par le seul *Echinocyamus pusillus* ; les dimensions exiguës de cette espèce se prêtent peu à des recherches anatomiques, et j'ai laissé son étude complètement de côté.

Les connaissances les plus importantes que nous possédions sur l'anatomie des Echinides, et surtout des Spatangues, ne datent pas de fort longtemps, et jusqu'en 1870, l'histoire de ce groupe était encore peu connue, bien que l'on possédât les anciens travaux de Monro, de Tiedemann, de Delle Chiaje, et les recherches plus récentes de M. Milne Edwards, de Krohn, de Valentin et de J. Muller. Les travaux les plus considérables dont les Echinides furent l'objet étaient surtout des travaux de zoologie et de zoologie paléontologique. Les paléontologistes se sont servis, en effet, des Echinides fossiles qui abondent dans les terrains, et dont les restes se présentent dans un état de conservation toujours très remarquable. Le résultat de ces recherches, accompagnées le plus souvent d'observations analogues sur les animaux vivants, a été de faire connaître d'une manière très minutieuse, la morphologie externe de ces êtres. On est arrivé ainsi à une connaissance très complète des types étudiés d'après le test, mais en réalité l'anatomie interne des divers Echinides restait toujours assez obscure.

Toutefois ces recherches de Zoologie paléontologique ont donné des renseignements très importants sur la marche que ce type a suivie dans sa différenciation. Elles nous montrent les anciens Echinides des terrains primaires (*Paleochini*) qui par leurs caractères ambigus se rapprochent des Cystidés, acquérir peu à peu les caractères des Echinides types qui commencent avec les formes Cidariennes, et se différencier ensuite de manière à offrir une multiplicité de types inconnus dans la nature actuelle, mais dont plusieurs sont fort intéressants parce

qu'ils comblent les vides qui sembleraient exister si nous n'examinions que les formes vivantes. C'est ainsi que l'on connaît tous les types intermédiaires entre les Réguliers et les Irréguliers si différents à notre époque ; nous pouvons suivre pas à pas l'irrégularité de l'organisme Echinide qui commence par cette curieuse migration de l'anus, et qui, chez les genres fossiles, se présente dans toutes ses phases. Il est permis de supposer qu'à mesure que l'irrégularité s'est affirmée, les divers systèmes anatomiques dont l'équilibre a été fortement troublé, ont présenté des modifications considérables, nécessitées par les changements importants apportés à l'agencement des plaques du test, et dont nous ne sommes pas sans retrouver des traces chez les Spatangides de l'époque actuelle.

Une étude comparée et très minutieuse des plaques du test chez les Echinides vivants et fossiles a permis à Lovén (1) (1872-1874) d'établir d'une façon définitive leur morphologie, de trouver dans les relations de ces diverses plaques de nombreux points de rapport entre les Réguliers et les Irréguliers, et de découvrir, chez les Oursins actuels, des traces évidentes, bien que transitoires, de la parenté des Echinides avec les Crinoïdes.

Des découvertes importantes — auxquelles sont venues encore s'en ajouter d'autres depuis la publication des travaux de Lovén, — résultant de dragages dans les mers profondes, ont permis d'étudier certains types intéressants, à forme quelquefois étrange et que l'on supposait éteints, et ont pu être utilisées par Lovén et compléter ainsi la belle série des recherches du savant Suédois.

On peut donc dire qu'actuellement la connaissance du test des Echinides étudié chez les animaux vivants et fossiles est aussi complète que possible, et cette étude, en raison de son importance philosophique, n'est pas ce que nous rencontrons de moins intéressant chez les Echinodermes. C'est une question que je dois cependant laisser de côté, car elle est tout à fait en dehors de mon sujet ; et, lorsque j'étudierais le test chez les Echinides, je ne m'occuperais exclusivement que de ses dépendances externes, dont l'étude présente quelque intérêt au point de vue anatomique et au point de vue zoologique. Je laisserai de côté également toute discussion morphologique qui, ne s'adressant qu'à des faits déjà connus, ne saurait trouver sa place ici.

Je me contenterai de passer très rapidement en revue les principaux travaux publiés sur l'anatomie des Echinides. Ces travaux seront analysés dans les différents chapitres de ce travail, suivant que je m'occuperai de telle ou de telle question ; ce serait m'exposer plus tard à des redites que de les résumer en ce moment.

(1) LOVÉN. *Etudes sur les Echinoïdés*. Kongl. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd 11, n° 7. Stockolm. 1874.

Ainsi que je le disais tout-à-l'heure, nos connaissances sur l'anatomie des Echinides sont assez récentes. Les anciens travaux de Meckel (1) (1821-1823), de Tiedemann (2) (1816), de Delle Chiaje (3) (1823-1829), renferment cependant beaucoup de faits intéressants sur la question qui nous occupe, principalement sur l'anatomie de l'Oursin ordinaire. Un peu plus tard paraissait dans le Règne animal de Cuvier le volume des Zoophytes qui renferme plusieurs planches sur l'anatomie des Echinodermes par M. H. Milne Edwards, et surtout une planche sur l'anatomie du Spatangue, représentant le trajet et les relations des principaux vaisseaux ainsi que la communication des vaisseaux de l'intestin avec l'anneau vasculaire péribuccal, disposition d'une très grande importance. La description du système circulatoire du Spatangue a été donnée plus tard par M. H. Milne Edwards dans le troisième volume de ses *Leçons d'Anatomie et de Physiologie comparées*.

En 1841 parut un mémoire très important de Krohn sur le système nerveux des Echinodermes (4), où sont décrites avec soin les dispositions de ce système dans les différentes classes de l'embranchement. Krohn, le premier, disséqua le système nerveux des Echinides et en donna une excellente description accompagnée de figures exactes ; et, bien que Tiedemann eût entrevu la plupart des dispositions décrites par Krohn, tout le mérite de la découverte revient à ce dernier, car les indications que nous donne Tiedemann à ce sujet reposent sur des vues théoriques.

La même année, parut l'importante monographie du genre Echinus de Valentin (5) renfermant des descriptions très exactes du tube digestif, du système nerveux, des glandes génitales et des organes externes ; malheureusement les recherches de Valentin laissent beaucoup à désirer sur le système circulatoire dont l'étude fort difficile avait été à peine commencée par ses devanciers, et qui, d'ailleurs, doit encore rester longtemps — jusqu'en 1875 — fort obscur.

J. Müller, de 1848 à 1855, fit paraître une série de mémoires comprenant des recherches sur le groupe entier des Echinodermes, et parmi lesquels ses magnifiques travaux sur l'embryologie de ces êtres occupent la première place ; d'autres

(1) MECKEL. *System der vergleichende Anatomie*. Halle.

(2) TIEDEMANN. *Anatomie der Robren-Holothurie, des pommeranzfarbenen See-Sterns und des Stein-Seigel*. Landshut 1816.

(3) DELLE CHIAJE. *Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli* (1823-1829).

(4) KROHN. *Über die Anordnung des Nervensystems der Echiniden und Holothurien im Allgemeinen*. Archiv für Anat. und Physiol. 1841.

(5) VALENTIN. *Anatomie au genre Echinus*, Neuchâtel, 1841.

mémoires traitant de l'anatomie des Echinodermes, tels que : *Anatomische studien über die Echinodermen* (1850), *Über die Semitæ der Spatangoiden* (1853), *Über den Bau der Echinodermen* (1853), nous donnent d'importants renseignements sur certains points de l'anatomie des Echinides, mais ajoutent peu de chose à nos connaissances sur d'autres, sur le système circulatoire et sur l'anatomie des Spatangues, par exemple.

Malgré ces travaux, il restait cependant encore bien des faits à découvrir, bien des points obscurs à élucider : l'étude histologique des différents systèmes était à peine ébauchée, le système circulatoire était peu connu. Il nous faut arriver jusqu'en 1871, époque à laquelle parurent les recherches d'Hoffmann (1) pour trouver un travail où les différents systèmes anatomiques ainsi que les appendices du test fussent étudiés, tant au point de vue descriptif qu'au point de vue histologique, chez les Oursins et chez les Spatangues. J'aurai très souvent l'occasion de citer le travail d'Hoffmann.

Un mémoire de Baudelot (2), publié en 1872, renferme une très intéressante et savante discussion des opinions émises jusqu'alors sur le système nerveux des Echinodermes, dont l'existence paraissait douteuse à un certain nombre d'observateurs. Baudelot compare et discute tous les faits connus, et il y ajoute le résultat de ses recherches personnelles sur l'anatomie, la physiologie, et l'histologie des troncs nerveux.

En 1874, Agassiz (3) joint à sa *Revision of the Echini* un volume spécial résumant l'état actuel de la science sur les modifications du test et ses dépendances, sur l'anatomie interne et l'embryologie des Oursins réguliers et irréguliers. Ce mémoire, outre l'exposition des faits déjà connus, renferme les recherches d'Agassiz sur divers points d'anatomie, le système circulatoire des oursins réguliers par exemple et l'embryologie.

L'année suivante parut l'important mémoire de M. Perrier sur l'appareil circulatoire des Oursins (4), où nous trouvons, en outre, une étude des rapports de ce système avec les diverses fonctions de l'animal, et l'explication du rôle, jusqu'alors fort obscur, d'un canal particulier annexé au tube digestif, le siphon intestinal. Le travail de M. Perrier contient de nombreux résultats nouveaux sur la structure et le rôle du prétendu cœur, sur la distribution des vaisseaux

(1) HOFFMANN. *Zur Anatomie der Echiniden und Spatangien*. Niederl. Archiv für Zoologie Bd I, 1871.

(2) BAUDELOT. *Etudes générales sur le système nerveux*. Archives de zool. Exper. t. I, 1882.

(3) AGASSIZ. *Revision of the Echini*. Illust. catalogue of the museum of Comp. Zoology at Harv. College. Vol. VII, 1872-1874.

(4) PERRIER. *Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins*. Archiv. zool. Exper. t. IV, 1875.

intestinaux, etc., que j'aurai souvent à rappeler lorsque je m'occuperai du système circulatoire.

Ce mémoire fut suivi, en 1876, d'un travail de Teuscher (1) qui traite de l'anatomie des diverses classes d'Echinodermes et renferme en particulier ses recherches sur l'anatomie du Spatangue et de l'Oursin ordinaire. Teuscher s'est surtout occupé du système circulatoire; l'état de ses échantillons conservés dans l'alcool qui s'opposait, d'ailleurs, à toute recherche histologique, ne lui a permis que très rarement de pratiquer des injections et il a, de préférence, étudié l'appareil circulatoire à l'aide de coupes successives.

En 1876 parurent aussi les recherches de Frédéricq (2) sur l'anatomie et la physiologie du système nerveux de l'Oursin, qui complètent nos connaissances sur ce système. Les recherches physiologiques entreprises par Frédéricq établissent le rôle des diverses portions du système nerveux et confirment les vues antérieurement émises par Baudelot à ce sujet.

D'autres travaux qui n'ont pas pour objet des recherches sur l'anatomie interne se rapportent à des questions spéciales. Parmi ceux-ci, je citerai les mémoires de Perrier (3) sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins (1869), où sont décrits et figurés un grand nombre de ces appendices; de Steward (4), sur la structure de certains organes des Cidaridés (pédicellaires piquants, spicules des tissus) (1871) et sur les appendices particuliers de l'appareil masticateur du Dorocidaris (1877); de Geddes (5) sur le fluide périviscéral des Oursins (1880); de Sladen (6), sur la structure des pédicellaires gemmiformes du Sphœrechinus (1881); de Fættinger (7), sur la même question (1881); de Geddes et Beddart (8), sur l'histologie des pédicellaires et des muscles de l'Oursin (1881).

Laissant donc de côté l'étude comparée des plaques calcaires des Echinides, j'étudierai immédiatement les dépendances extérieures du test, piquants, tubes

(1) TEUSCHER. *Beiträge zur Anatomie der Echinodermen*. Jenaische Zeitsch. für Naturwissen. Bd X, 1876.

(2) FRÉDÉRICQ. *Contributions à l'étude des Echinides*. Archiv. Zool. Exper. t. V, 1876.

(3) PERRIER. *Recherches sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins*. Ann. sc. nat. 5^e série, t. XII et XIII, 1869-1870.

(4) STEWART. *On the minute structure of Cidaris*. Quart. Journal micros. sc. 1871. — *On certain organs of Cidaridæ*. Linnean Society of London. 1877.

(5) GEDDES. *Observations sur le fluide périviscéral des Oursins*. Arch. Zool. Exp. t. VIII. 1879-1880.

(6) SLADEN. *On a remarkable form of Pedicellariæ*. Ann. Mag. of nat. history. 1871.

(7) FÆTTINGER. *Structure des Pédicellaires gemmiformes*. Archiv. de Biologie, t. II. 1881.

(8) GEDDES ET BEDDART. *Sur l'Histologie des Pédicellaires et des muscles de l'Oursin*. Arch. Zool. Exp. 1882 et Trans. of the Royal Society of Edinburgh. 1881.

ambulacraires, pédicellaires, etc., qui ont dans la classification une certaine importance et dont la structure histologique offre souvent quelques points intéressants. Je m'occuperai ensuite successivement de l'étude anatomique du tube digestif, du système nerveux, des glandes génitales, et enfin du système circulatoire, en ayant soin de rappeler, à propos de chaque question, les différents travaux qui s'y rapportent et de les analyser ou de les discuter le plus rapidement possible. J'essaierai de comparer dans un dernier paragraphe les dispositions que nous offrent certains systèmes anatomiques chez les Réguliers et chez les Irréguliers, l'appareil circulatoire tout particulièrement, et de rechercher les renseignements que peut nous donner l'étude de ces systèmes sur la physiologie générale de l'Oursin.

Dans la deuxième partie, je donnerai la liste des Echinides des côtes de Provence, en rappelant les caractères génériques et spécifiques des différents types, et en y ajoutant les caractères tirés de l'anatomie interne. J'indiquerai, après la description de chaque espèce, les stations où on la rencontre le plus communément aux environs de Marseille; la nature du fond où elle vit, ainsi que la profondeur à laquelle elle descend, seront également indiquées.

Je terminerai par la relation de quelques essais d'hybridation opérés, pendant le mois d'avril 1882, entre diverses espèces d'Echinides en état d'activité sexuelle à cette époque, c'est-à-dire entre les genres *Dorocidaris*, *Psammechinus*, *Strongylocentrotus*, *Sphaerechinus* et *Spatangus*.

Mais avant de commencer l'exposé de ces recherches, j'ai un devoir à remplir. C'est au Laboratoire des Hautes-Etudes annexé à la Faculté des Sciences de Marseille, et dirigé par M. le professeur Marion, que ce travail a été fait. C'est là que j'ai trouvé, en même temps que l'accueil le plus sympathique et le plus cordial, de nombreux matériaux d'études que je dois à l'extrême obligeance de M. Marion qui, pendant toute la durée de mon séjour à son laboratoire, m'a aidé dans mes recherches et m'a toujours témoigné la plus grande bienveillance. Qu'il me permette de lui adresser mes plus sincères remerciements, et de lui exprimer ma profonde reconnaissance pour tout ce qu'il a fait pour moi depuis le jour où il voulut bien m'admettre au nombre de ses élèves; car si ce travail présente quelque mérite, il faut le rapporter tout entier au maître qui m'a guidé dans la voie où je m'étais engagé.

Grâce aux pièces que j'avais préparées à Marseille, mais grâce surtout à l'envoi d'échantillons que le laboratoire me fit à plusieurs reprises, je continuai ces recherches, pendant les mois que je n'ai pu passer au bord de la mer, au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, dirigé par M. le Professeur Friant. Je n'oublierai jamais les nombreuses marques d'affection que m'a toujours prodiguées M. Friant depuis l'époque où il m'enseigna les premiers

éléments de la zoologie. Je suis heureux de le remercier des excellents conseils et des encouragements qu'il n'a cessé de me donner jusqu'à ce jour, et d'exprimer publiquement toute la vive reconnaissance et la respectueuse sympathie que je ressens pour lui.

Je dois également adresser tous mes remerciements à Armand, Joseph, le patron pêcheur du laboratoire de Marseille, dont le zèle et le dévouement sont bien connus de tous ceux qui y ont travaillé; grâce à sa profonde connaissance du golfe et surtout à l'obligeance avec laquelle il se mettait à ma disposition pour entreprendre une pêche quelquefois pénible, j'ai pu avoir en tous temps et en très grand nombre des individus frais et en excellent état.



TEST ET SES DÉPENDANCES



Le test des oursins réguliers et irréguliers est revêtu extérieurement d'une couche conjonctive peu épaisse, tapissée par un épithélium muni de cils vibratiles. Cette couche est constituée par de minces fibrilles de tissu conjonctif, très lâches dans les régions superficielles, plus denses et plus serrées dans la partie profonde intimement adhérente aux plaques du test. Au milieu de ces fibres, on rencontre des cellules de tissu conjonctif, d'assez nombreuses cellules douées de mouvements amiboïdes et surtout une quantité de masses pigmentaires rouges ou jaunes, plus ou moins considérable suivant que la couleur du test est plus ou moins foncée. Cette couche se continue sur la plupart des organes, piquants, pédicellaires, clavules et fascioles, qui constituent les dépendances extérieures du test.

Intérieurement, les plaques du test sont recouvertes par une très mince couche conjonctive, riche en granulations de pigment, revêtue d'un épithélium vibratile. Cette couche se continue sur tous les organes renfermés dans la cavité générale auxquels elle forme une enveloppe externe.

On rencontre toujours chez le Spatangue ou l'Echinocardium des amas de pigment noir, adhérent à la face interne du test et dans lesquels on distingue de petites vésicules transparentes remplies d'un liquide hyalin qui renferme de petites masses blanches opaques. Ces masses sont constituées par la réunion d'une quantité considérable de kystes ressemblant à des psorospermies. Ces corps ont été décrits chez l'Echinocardium cordatum de Wimereux par M. Giard qui les a considérés comme étant les spores d'une Chytridinée.

La surface interne du test présente, chez les Spatangides, des appendices calcaires qui n'existent pas chez les Réguliers et qui constituent une sorte de squelette interne. Ces plaques calcaires, soudées aux plaques du test, font saillie dans la cavité générale et servent à l'insertion des feuilletts mésentériques solides qui relient entre elles les différentes circonvolutions du tube digestif. On trouve, en effet, immédiatement à gauche de l'ouverture buccale, une grosse plaque calcaire

concave, s'amincissant en pointe à son extrémité postérieure et dont le grand axe est parallèle à l'axe longitudinal du test (Pl. I, fig. 5, *P*). Elle donne insertion aux deux lamelles mésentériques ventrales dont les relations seront décrites plus tard. Au pôle apical sont annexées deux petites plaques calcaires minces, obliquement insérées sur le test, de façon à converger l'une vers l'autre et à limiter avec la face interne du test un espace prismatique dans lequel se loge le canal qui s'étend de l'appareil d'excrétion à la plaque madréporique. Ces plaques (Pl. III, fig. 19, *PS*) donnent insertion aux lamelles mésentériques qui fixent au test le rectum et la courbure intestinale supérieure.

La structure réticulée des plaques calcaires des oursins est très connue, et une coupe faite sur une pièce décalcifiée montre la trame conjonctive qui s'était incrustée de calcaire et qui est constituée par des trabécules formant des mailles et limitant des cavités assez larges et irrégulières remplies, chez l'animal vivant, par un tissu conjonctif anhydre. Hoffmann a suffisamment insisté sur la structure des pièces calcaires des Echinides, dont les mailles sont très serrées sur certains points, par exemple, dans les tubercules qui servent à l'articulation des piquants, très larges, au contraire, dans le tissu de la plaque madréporique, aussi je ne m'arrête pas davantage sur ce point, et j'arrive de suite à la description des dépendances extérieures du test, piquants, tubes ambulacraires, pédicellaires, fascioles et sphéridies.

PIQUANTS. — Les piquants ont une forme constante chez les mêmes espèces, et leurs caractères sont utilisés dans la zoologie descriptive. Ils s'articulent sur des mamelons du test qui ont été distingués sous les noms de tubercules primaires, secondaires et miliaires, et dont les dispositions et les formes offrent aussi d'excellents caractères pour la description ou la détermination des genres et des espèces. On connaît quelques genres chez lesquels certains radioles ne s'articulent pas sur des mamelons et sont fixés directement sur le test (*Arbacia*, *Podocidaris*); mais c'est une exception fort rare à la règle générale. Les deux surfaces articulaires du piquant et du mamelon sont quelquefois réunies par un ligament interne très solide (*Cidaridés*); elles sont maintenues en place par des couches conjonctives et musculaires qui forment à la base du piquant une épaisse enveloppe circulaire. Cette enveloppe comprend : une couche conjonctive externe riche en cellules et en pigment, continuation de la membrane de recouvrement du test et qui se prolonge sur une certaine partie de la longueur du piquant, une couche de fibres circulaires disposées en une zone circulaire et qui s'insèrent sur la collerette du piquant; enfin une couche conjonctive interne, dense et épaisse, constituée par des fibres très serrées. Les fibres musculaires sont longues et cylindriques; leur noyau est très apparent et leur substance presque homogène : on y observe, cependant,

quelquefois, une striation longitudinale très légèrement indiquée. Ces fibres présentent souvent des étranglements transversaux plus ou moins rapprochés, mais jamais je n'ai pu découvrir la striation transversale qui a été décrite par Geddes et Beddart. Les fibres traitées par l'acide osmique, par l'alcool ou par les solutions chromiques m'ont toujours présenté la même apparence homogène. J'ai rencontré, sans doute, des fibres présentant des étranglements transversaux assez rapprochés ; mais cette série d'étranglements, si rapprochés qu'ils soient, ne produit jamais dans la fibre cette succession de parties alternativement claires et obscures qui, seule, constitue la véritable striation transversale des muscles. J'ai toujours retrouvé la même apparence homogène dans les fibres qui appartiennent à d'autres organes, à l'appareil masticateur, par exemple. Sous ce rapport, mes observations concordent pleinement avec celles d'Hoffmann.

La structure des piquants est identique chez les Réguliers et chez les Irréguliers ; seuls, les piquants des Cidaridès présentent une structure particulière et très différente de celle qu'on observe chez tous les autres Echinides. Sur les coupes transversales, les piquants se montrent constitués par des réseaux calcaires, et présentent une série de lamelles concentriques réunies par des travées rayonnantes plus ou moins rapprochées ; elles limitent un espace central où les dépôts calcaires, plus délicats, forment un tissu irrégulier à mailles très petites. Chez les Cidaridès, on ne rencontre pas cette disposition en lamelles concentriques et le cordon médullaire est entouré d'une zone très épaisse constituée par des lamelles rayonnantes, très rapprochées et réunies par de nombreux anastomoses plus minces (1).

TUBES AMBULACRAIRES. — La description de ces organes, nommés aussi tentacules ambulacraires, a été souvent réunie à celle du système circulatoire, à cause des relations étroites qu'ils affectent avec les vaisseaux ambulacraires. Je préfère, cependant, les décrire séparément et les rattacher à l'étude des dépendances externes du test, me réservant d'indiquer leurs connexions avec les vaisseaux, lorsque je m'occuperai du système circulatoire.

On sait que les tubes ambulacraires sont des appendices minces et grêles, susceptibles de se gonfler et de s'étendre, terminés, chez les oursins réguliers, par une extrémité légèrement renflée et concave, sorte de ventouse qui les fait adhérer aux corps voisins, permettant ainsi à l'animal de progresser plus ou moins rapidement : d'où le nom qu'on leur a souvent donné de pieds ambulacraires (*Ambulacralfüssen*, *Saugfüssen*). Ils communiquent avec l'intérieur du test, ou plus exactement avec les vaisseaux ambulacraires, par l'intermédiaire de pores simples

(1) La structure des piquants a été étudiée par Agassiz et, tout récemment, par Mac'Intosh, qui a pu classer les Réguliers en plusieurs groupes, suivant la structure de leurs radioles.

ou géminés : aussi leur nombre varie-t-il dans les différents genres, suivant que les plaques ambulacraires présentent un nombre plus ou moins considérable de pores. Chez les Cidaridés, par exemple, où chaque plaque ambulacraire ne possède qu'un seul pore, ils sont relativement moins nombreux que chez les Sphœrœchinus ou les Strongylocentrotus, où les plaques présentent au moins quatre paires de pores. Leurs tissus mous sont remplis de spicules calcaires à forme souvent définie et caractéristique ; leur ventouse terminale est également pourvue d'une charpente calcaire, sorte de rosette formée de tissu réticulé. Les dispositions et les formes différentes de ces productions calcaires ont été étudiées avec beaucoup de soin par M. Perrier, qui en a décrit et figuré un grand nombre et a montré les avantages que leur étude pouvait offrir dans la zoologie descriptive. C'est une question que je laisserai tout-à-fait de côté pour ne m'occuper que de la forme extérieure de ces appendices et surtout de l'étude histologique des éléments qui entrent dans leur constitution.

La forme extérieure des tentacules ambulacraires présente peu de modifications chez les oursins réguliers. Les tentacules qui appartiennent aux plaques ambulacraires se ressemblent tous. Ceux qu'on trouve sur la membrane buccale et qui, au nombre de dix, entourent la bouche en dedans des pédicellaires ophicéphales, sont plus courts et un peu plus gros que les autres, et au lieu d'être terminés par une ventouse concave, ils sont simplement terminés par un léger renflement, petite tête divisée en deux lobes par un sillon médian peu accentué. Ils ne peuvent se fixer aux corps voisins, et ne contribuent pas, par conséquent, à la locomotion de l'oursin.

Chez les Spatangides, au contraire, les tubes ambulacraires présentent des modifications importantes, mais ils subissent aussi une réduction considérable aussi bien dans leur nombre que dans leur développement. Müller a déjà distingué trois formes dans les tubes ambulacraires du Spatangue : 1° des tentacules très développés groupés autour de la bouche dans l'aire péristomienne, terminés par une touffe de petites branches secondaires renflées à leur extrémité libre ; Müller les appelle *Tastfüsschen* ; 2° des tentacules très courts (*Ambulakralkiemen*), penniformes, présentant un tronc principal sur lequel viennent s'insérer de petits appendices de second ordre, toujours du même côté ; ils appartiennent aux ambulacres pétaloïdes ; 3° des tentacules fort peu développés, terminés en cul-de-sac ou par deux ou trois courtes digitations : on les trouve sur les plaques qui n'appartiennent ni à la zone péristomienne ni aux pétales. Müller les appelle *einfache locomotive Füßchen*, mais leur état rudimentaire ne leur permet de remplir aucune fonction dans l'acte de la locomotion.

Des tentacules analogues aux tentacules péristomiens, quelquefois même plus longs et plus développés, se rencontrent à l'extrémité postérieure du corps sur les plaques ambulacraires qui sont entourées par la fasciole infra-anale. Leur nombre

est toujours peu élevé : on en trouve deux paires chez le *Spatangue*, trois paires chez la *Brissopsis* et chez l'*Echinocardium*. Ce sont avec les tentacules péristomiens, les seuls tubes ambulacraires susceptibles de se gonfler et de se mouvoir. On peut les voir, principalement chez de jeunes *Spatangues*, s'étaler dans diverses directions, mais ils ne peuvent adhérer aux corps voisins comme chez les Oursins. Quant aux autres tubes ambulacraires, ils sont incapables de se gonfler et ne semblent jouer aucun rôle, mais paraissent être simplement des organes transmis par hérédité des Oursins aux *Spatangues*. Ils ne remplissent plus chez ces derniers le rôle actif qu'ils remplissaient dans l'acte de la locomotion chez les Réguliers : la locomotion, d'ailleurs fort réduite chez les *Spatangues*, ne s'effectue qu'avec l'aide des piquants.

Les coupes transversales d'un tube ambulacraire appartenant à un oursin régulier (pl. VII, fig. 48) présentent, en allant de l'extérieur à l'intérieur, les couches successives suivantes : un épithélium externe très développé, une couche conjonctive, une membrane élastique, une couche musculaire et enfin un épithélium interne. La couche épithéliale externe renferme des cellules très petites, allongées, filiformes, à contours souvent mal délimités, possédant un noyau volumineux et finement granuleux. Au milieu de ces cellules, et de préférence à la base de la couche, on rencontre souvent des noyaux plus gros, fortement colorés en noir par l'acide osmique et qui sur les dissociations laissent reconnaître une mince enveloppe de protoplasma. La couche épithéliale est limitée extérieurement par une mince cuticule qui supporte les cils vibratiles. La couche conjonctive présente une assise externe à fibres transversales, et une assise interne à fibres longitudinales ; sur les coupes longitudinales, cette dernière offre des fibres fortement ondulées, comme on le voit sur la figure 48, CL, lorsque les coupes ont été faites sur des tentacules rétractés. Intérieurement les fibres longitudinales sont limitées par une membrane élastique présentant ordinairement de nombreux plis transversaux très rapprochés, qui se produisent pendant la rétraction du tentacule. La couche musculaire ne renferme que des fibres longitudinales qui viennent s'insérer à la rosette calcaire de la ventouse. L'épithélium interne présente une seule assise de petites cellules munies de cils vibratiles.

On trouve ordinairement sur les coupes transversales, au milieu de la couche conjonctive, un amas granuleux qui se distingue des fibres propres de cette couche par une coloration jaunâtre : c'est la coupe du nerf qui monte le long du tube ambulacraire et qui se termine au-dessous de la ventouse par un léger renflement. Les fines granulations correspondent à la coupe des fibres nerveuses ; il n'est pas rare de rencontrer à côté de ces fibres de petites cellules nerveuses, dans la zone périphérique du nerf.

Au niveau de la ventouse terminale, la structure du tube ambulacraire se

modifie sensiblement. Une coupe longitudinale, comprenant à la fois le tube ambulacraire et son extrémité renflée analogue à celle qui est représentée fig. 48, permet de reconnaître les dispositions suivantes. La couche conjonctive se continue jusqu'à la base de la ventouse et s'épanouit en une zone circulaire hyaline; c'est dans l'épaisseur de cette zone que se déposent les spicules calcaires dont l'ensemble forme la rosette de la ventouse; la préparation que j'ai figurée ici ayant subi l'action des réactifs décalcifiants, cette rosette n'y existe plus. L'épithélium du tube ambulacraire se continue sur les faces latérales de la ventouse jusqu'au bord de celle-ci; mais la face concave de la ventouse présente un épithélium particulier et d'un aspect différent du précédent, bien qu'il n'existe pas une limite de démarcation entre les deux épithéliums qui passent insensiblement l'un à l'autre. Les cellules y sont en effet plus longues, leurs noyaux sont réunis par groupe et elles sont limitées à la périphérie par une cuticule plus épaisse que sur la tige; on remarque, en outre, que l'extrémité des cellules présente tout près de la cuticule un léger épaississement qui apparaît sous forme d'un point foncé. Vers l'intérieur, la couche épithéliale n'est pas nettement limitée, mais se continue avec un tissu formé de fibres très fines, entrecroisées dans tous les sens, renfermant de nombreux noyaux et qui paraissent plongées dans une substance fondamentale finement granuleuse, peu abondante. Sur quelques coupes, on rencontre, de plus, en un certain point de cette couche sous-jacente à l'épithélium, un amas finement granuleux et jaunâtre (N), renfermant quelques cellules et présentant le même aspect que la coupe des nerfs en d'autres régions. Il n'est pas possible de considérer cette couche comme étant la continuation de la couche conjonctive du tube ambulacraire; car, elle en est bien distincte et ne possède pas les mêmes caractères; il est tout aussi difficile d'admettre qu'elle appartienne à l'épithélium du disque concave de la ventouse: bien qu'elle se continue sans ligne de démarcation avec les cellules de celui-ci, elle offre un aspect tout différent; elle est, du reste, recouverte par l'épithélium propre du tube ambulacraire et il n'est pas possible d'admettre qu'une couche épithéliale puisse être recouverte par une autre couche épithéliale. Je crois plutôt que cette couche sous-épithéliale, dont les auteurs n'ont pas encore fait mention, n'est autre chose que l'épanouissement du nerf tentaculaire, qu'on ne peut suivre, à l'œil nu, au-delà de la base de la ventouse. Elle renferme, en effet, de nombreux éléments nerveux qu'il est impossible de distinguer sur les coupes, mais que les dissociations permettent de reconnaître d'une façon très nette. On obtient de très bons résultats en traitant ces tentacules par l'acide osmique au centième pendant vingt-quatre heures, et en laissant macérer ensuite les pièces dans l'eau distillée pendant le même temps, suivant la méthode indiquée par M. Ranvier. Les éléments qu'on observe alors après dissociation de la tête du tentacule et après coloration par le picrocarmin, sont toujours en excellent état de conservation. Ce sont d'abord des cellules épithéliales

très longues, filiformes, renflées au point où se trouve le noyau, terminées, d'une part, par une cuticule assez épaisse au-dessous de laquelle s'aperçoit la partie plus foncée dont je parlais tout à l'heure et, d'autre part, par une extrémité amincie souvent divisée en deux ou trois petits filaments (pl. VI, fig. 47). A côté de ces éléments épithéliaux caractéristiques, on rencontre d'autres cellules plus grosses, à contours quelquefois irréguliers, limitées par une membrane d'enveloppe mince, renfermant un protoplasma clair très finement granuleux et un noyau volumineux rempli de fortes granulations. Ordinairement ces cellules présentent un prolongement hyalin, mais, souvent aussi, elles en possèdent deux; ces prolongements sont quelquefois très longs et ramifiés à leur extrémité libre. Les caractères de ces cellules sont absolument identiques à ceux que présentent les cellules des troncs nerveux et il est permis de les considérer comme étant elles-mêmes de nature nerveuse. On rencontre, en outre, des fibres très fines, isolées, offrant un tronc principal d'où partent des ramifications secondaires; elles possèdent les mêmes caractères que les prolongements des cellules nerveuses.

Ces fibres et ces cellules nerveuses sont, sans contredit, en connexion avec les éléments nerveux du nerf tentaculaire; car, sur les coupes longitudinales, il est impossible de fixer des limites à la coupe de ce nerf qui se continue visiblement avec les éléments de la couche sous-épithéliale. Le renflement qu'on aperçoit à l'œil nu à l'extrémité de ce nerf, doit être le centre duquel rayonnent des fibres nerveuses qui viennent former entre la couche épithéliale et la couche conjonctive, un plexus nerveux renfermant de nombreuses cellules. Il me paraît rationnel d'admettre que les fibres qui émanent de ces cellules sont en communication avec les cellules épithéliales de la face concave de la ventouse, ce qui expliquerait pourquoi cette couche n'a pas de limites précises sur sa face interne. Il ne m'a pas été possible d'obtenir, soit à l'aide de l'acide osmique, soit à l'aide du chlorure d'or, des préparations où l'on pût reconnaître des filets nerveux se rendant aux cellules épithéliales; cet insuccès tient sans doute à la finesse extrême de ces fibres ainsi qu'à leur fragilité : elles doivent, en effet, pendant la dissociation, se détacher très facilement de la cellule à laquelle elles aboutissent.

L'existence d'un plexus nerveux sous-jacent à la couche épithéliale de la ventouse n'a rien d'étonnant. On sait, en effet, que les ventouses qui terminent les pieds ambulacraires sont des organes très sensibles et qu'il suffit d'en toucher une, même très légèrement, pour voir le tube auquel elle appartient et tous les tubes voisins se rétracter immédiatement.

Les tubes ambulacraires des oursins irréguliers possèdent une structure analogue à celle que nous observons chez les réguliers; une coupe longitudinale d'un tentacule péristomien de *Spatangue* (pl. V, fig. 32), nous montre la même succession de couche que chez les Oursins : seule la membrane élastique fait défaut. L'épithélium

externe (E) renferme des cellules très allongées, à limites quelquefois peu accentuées, et au milieu desquelles on trouve de grosses cellules arrondies (c B), présentant un protoplasma et un noyau très granuleux, qu'on pourrait appeler *cellules basales*, nom que Semper a donné à des éléments analogues chez les Holothuries : ce sont peut-être des cellules glandulaires. Il est probable que les cellules beaucoup plus petites qu'on rencontre dans l'épithélium externe des tubes ambulacraires des Oursins sont de même nature que ces cellules basales. La couche conjonctive est riche en granulations de pigment et en cellules conjonctives qui n'existent pas chez les Oursins. Elle est aussi moins épaisse et son tissu est plus lâche que chez ces derniers. Elle est traversée par le nerf tentaculaire qu'on retrouve sur les coupes avec ses caractères ordinaires. La couche musculaire comprend exclusivement des fibres longitudinales.

Les tubes ambulacraires des autres régions du test présentent la même structure que les tentacules péristomiens. Les parois des petites tiges dont l'ensemble constitue la houppe terminale de ces derniers ressemblent à celle du tube qui les supporte. Leur extrémité renflée, dans laquelle se continue la cavité centrale du tentacule, ne présente qu'une mince couche de tissu conjonctif (pl. V, fig. 33) supportant une couche épithéliale très développée. Les cellules qui constituent cette dernière sont analogues à celles que nous avons trouvées dans la ventouse des tubes ambulacraires des oursins réguliers, c'est-à-dire qu'elles sont très longues, filiformes, présentent seulement un léger renflement au niveau du noyau, mais elles ne possèdent qu'une cuticule fort mince. Il est probable que des ramifications nerveuses pénètrent à travers la couche conjonctive jusque dans ces houppes terminales qui, comme les tubes ambulacraires des Oursins, sont douées d'une vive sensibilité.

PÉDICELLAIRES. — Les pédicellaires des Echinides ont été l'objet de travaux assez étendus, dont le plus important, dû à M. Perrier (1), renferme la description des nombreuses formes, si variées, qu'il a étudiées chez les Astéries et les Echinidés; avant 1869, date de la publication de ce mémoire, on s'était fort peu occupé de l'histoire de ces singuliers organes et l'on ne possédait que les quelques descriptions données par Delle-Chiaje, Valentin, Sars, sur les pédicellaires des oursins réguliers les plus communs. M. Perrier put étudier les pédicellaires chez la plupart des genres d'Echinides et d'Astéries, appartenant à la collection du Muséum, et démontra l'importance que présentait leur étude dans la zoologie descriptive. Agassiz (2) a publié dans sa *Revision of Echini*, les figures d'un grand nombre de

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit.

pédicellaires, dont la plupart avaient été décrits ou figurés par M. Perrier et il donne aussi dans les comptes-rendus des dragages du *Challenger* quelques planches représentant les pédicellaires des principaux types recueillis pendant l'expédition. Enfin, Sladen (1) et après lui Foetinger (2), ont décrit certains pédicellaires gemmiformes modifiés possédant de véritables glandes, qui sont particulières à quelques espèces d'oursins. L'histologie des parties molles a été étudiée tout récemment par Geddes et Beddart (3).

Je rappellerai seulement que le pédicellaire, quelle que soit sa forme, présente toujours une pince et une hampe : la pince, de forme très variable, comprend trois valves à base triangulaire dont chacune possède sur sa face concave une lame calcaire plus ou moins développée, l'*apophyse*, servant à l'insertion des muscles adducteurs des valves ; la hampe, insérée sur le test, comprend généralement une petite tige calcaire articulée sur un très petit mamelon, et des parties molles réunissant son extrémité supérieure aux bases des valves de la pince avec lesquelles elle s'articule quelquefois directement (Cidaridés). C'est sur cette extrémité généralement renflée de la tige, que s'insèrent les muscles adducteurs des valves.

Il existe chez les Echinides quatre formes différentes de pédicellaires : ophicéphales, tridactyles, gemmiformes et foliacés. Les trois premières catégories ont été établies par Valentin qui les a reconnues chez l'Oursin ordinaire ; la quatrième forme, indiquée avec doute par Valentin, qui l'a considérée comme représentant des pédicellaires en voie de formation, a été établie par M. Perrier. J'ai rencontré chez le *Schizaster canaliferus* des pédicellaires à quatre branches qui, à ma connaissance du moins, n'ont pas encore été signalés, et qu'il faut considérer comme une espèce à part de pédicellaires tétradactyles. (pl. VII, fig. 55). J'ai trouvé ces pédicellaires constamment et toujours en assez grande abondance, chez les divers échantillons de *Schizaster* que j'ai pu examiner. C'est, du reste, le seul genre chez lequel j'ai observé cette forme tétradactyle qui sera décrite plus tard. J'ai observé aussi chez la plupart des oursins irréguliers, de très petits pédicellaires qui ne correspondent à aucune des formes citées plus haut : ils se rapprochent des pédicellaires foliacés, mais s'en distinguent par leurs valves triangulaires et finement dentées sur les bords (pl. VII, fig. 57).

Je me borne à donner ces quelques indications sur les pédicellaires des oursins, n'ayant rien à ajouter à l'excellent travail de M. Perrier, auquel je renvoie pour tout ce qui concerne la description de ces organes. J'ai rencontré chez certaines espèces d'Echinides, quelques formes non encore décrites de pédicellaires ; je m'en

(1) Loc. cit.

(2) Loc. cit.

(3) Loc. cit.

occuperai dans la partie de ce travail qui traitera plus spécialement de la faune et où leur description trouvera mieux sa place qu'ici. Au point de vue de la classification, ces organes présentent, en effet, une certaine importance sur laquelle M. Perrier insiste à juste titre, les caractères qu'ils présentent étant constants pour la même espèce et variant le plus souvent d'une espèce à l'autre.

Morphologiquement, les pédicellaires ne sont que des piquants modifiés ; comme eux, ils apparaissent au début sous forme de petits mamelons du réseau calcaire qui constitue le test primitif du jeune Echinoderme, et à ce moment, il est impossible de dire si tel mamelon deviendra un radiole ou un pédicellaire. Agassiz (1) a suivi le développement du pédicellaire chez les Astéries ; il a vu (*Hippasteria*) que le mamelon qui deviendra un pédicellaire présente tout d'abord un léger sillon qui s'accroît peu à peu, devient plus profond et divise ainsi le mamelon primitif en deux moitiés ; chacune de ces moitiés devient mobile en se séparant du test par un sillon transversal, et, à partir de ce moment, le pédicellaire, parfaitement reconnaissable, s'accroît rapidement. Chez la *Luidia*, le mamelon primitif s'est divisé en trois parties par deux sillons et devient ainsi un petit pédicellaire tridactyle.

Quelles sont les fonctions de ces singuliers organes ? On avait cru autrefois que les pédicellaires servaient à saisir les particules alimentaires et à les amener jusqu'à la bouche ; on sait maintenant qu'ils ne jouent aucun rôle dans la préhension des aliments. Agassiz assigne au pédicellaire une fonction toute différente. Les matières rejetées par l'anus tombent sur le périprocte et sont reçues par les pédicellaires qui les saisissent entre leurs branches ; elles passent ainsi de l'un à l'autre jusqu'à ce qu'elles parviennent à la circonférence du test où elles tombent dans l'eau ambiante : « *nothing is more curious and entertaining than to watch the neatness and accuracy with which this process is performed* », ajoute Agassiz. Ce phénomène est, en effet, facile à observer ; mais il est évident que c'est là une des fonctions les moins importantes que doivent remplir les pédicellaires ; encore, n'est-elle accomplie que par les pédicellaires tridactyles qui se rencontrent d'ailleurs aussi bien sur la face ventrale que sur la face dorsale de l'oursin. Chez les Spatangues, qui ont l'anus à l'extrémité postérieure, et où, par conséquent, ce transport des excréments ne peut avoir lieu, les pédicellaires tridactyles sont cependant assez nombreux. En somme, dans l'état actuel de nos connaissances, il est impossible d'assigner un rôle quelconque aux pédicellaires.

Il existe une forme spéciale, ou plutôt une modification particulière de pédicellaires qui a été décrite tout récemment par Sladen et par Føttinger : je veux parler des pédicellaires glandulaires. Chez certains Echinides, les pédicellaires gemmiformes sont transformés en organes de sécrétion, soit qu'il existe sur la

(1) AGASSIZ. *Revision of the Echini*. Vol. IV.

hampe des glandes particulières, soit que les valves elles-mêmes supportent des sacs glandulaires; mes observations concordent de tous points avec les résultats obtenus par Fœttinger sur l'histologie des pédicellaires glandulaires du *Sphœrechinus*, et les caractères que j'ai observés sur les pédicellaires analogues des *Echinus acutus* et *melo* rappellent les dispositions qui existent chez le *Sphœrechinus*.

J'étudierai d'abord les glandes de la tige.

Chez le *Sph. granularis*, les pédicellaires gemmiformes possèdent sur leur hampe trois glandes particulières qui se présentent, à l'œil nu, comme un renflement plus ou moins accentué; à l'aide d'un faible grossissement, on aperçoit trois sillons longitudinaux qui les divisent en trois parties. La coupe transversale de ce renflement montre qu'il est constitué par trois sacs bien distincts possédant chacun une enveloppe musculaire propre, à fibres circulaires; tous trois sont entourés par une enveloppe commune de tissu conjonctif, tapissée extérieurement de cellules épithéliales, appartenant à l'enveloppe générale du pédicellaire. Le contenu du sac est un mucus qui a la propriété de se gonfler beaucoup au contact des solutions aqueuses; aussi la plupart des glandes qu'on traite par de telles solutions ne tardent-elles pas à éclater, et une partie du contenu s'échappe au dehors. Il se coagule sous l'influence des réactifs durcissants et prend souvent, sous leur influence, lorsqu'on l'examine à un assez fort grossissement, l'aspect d'un tissu réticulé à mailles très irrégulières. Ce mucus résulte d'une dégénérescence particulière des cellules renfermées dans la cavité du sac. On trouve, en effet, sur la plupart des préparations, appliqués contre la face interne de la couche musculaire, des noyaux entourés de protoplasma et des débris de parois de cellules; on rencontre même quelquefois des cellules entières et absolument intactes, surtout lorsqu'il s'agit d'un pédicellaire dont le renflement glandulaire est peu volumineux. On peut donc considérer ces sacs comme étant primitivement remplis par des cellules qui tombent en deliquium et se transforment en mucus, à un moment donné: la transformation se fait d'abord aux dépens des cellules centrales, puis gagne peu à peu les cellules périphériques. Ce qui confirme cette manière de voir, c'est que l'apparence de ce mucus coagulé par les réactifs est presque identique à celle que présente la sécrétion coagulée du diverticulum chez le *Spatangue*, sécrétion qui est bien certainement un produit de la dégénérescence des cellules épithéliales tapissant la face interne du diverticulum.

Chaque sac présente à son extrémité supérieure une petite ouverture par laquelle le mucus peut s'échapper au dehors.

Les valves de la tête des pédicellaires gemmiformes possèdent aussi, chez le *Sph. granularis* et chez les *Echinus acutus* et *melo*, des glandes analogues à celles dont il vient d'être question. Ces pédicellaires dont la tige calcaire de la hampe s'articule directement avec la base des valves, présentent toujours un squelette

calcaire très régulier (pl. VII, fig. 58). Les valves sont constituées par une pièce calcaire dont la partie basilaire élargie, en forme de triangle, se continue avec une tige mince terminée par un crochet aigu, supportant sur sa face externe un sac glandulaire volumineux. Ces sacs renferment un mucus analogue à celui des glandes de la tige : il semble même que ce mucus se gonfle encore plus au contact des réactifs que le mucus des glandes de la tige, surtout chez les *Echinus* où ces sacs éclatent ordinairement au contact de l'alcool, ou tout au moins laissent échapper une grande partie de leur contenu. La structure de ces sacs glandulaires est identique à celle des glandes de la tige du *Sph. granularis*.

Vers le milieu de la valve, les sacs glandulaires se divisent chacun en deux moitiés qui restent séparées jusqu'au crochet qui termine la pièce calcaire, puis se réunissent à ce niveau en un canal unique et très court qui doit se terminer par une petite ouverture. Je dis *doit* parce que je n'ai pas été plus heureux que Fœttinger et il ne m'a pas été donné d'apercevoir cette ouverture; son existence, cependant, est très vraisemblable. En effet, lorsqu'on traite par l'alcool ces pédicellaires glandulaires, il sort toujours une certaine quantité de mucus qui prend, en se coagulant, l'aspect d'une petite masse blanche opaque qu'on aperçoit à l'extrémité de la valve, et ce phénomène s'observe particulièrement sur les pédicellaires des espèces du genre *Echinus*. Or, cette masse se remarque dès que le pédicellaire est plongé dans l'alcool, ce qui permet de supposer qu'il existe bien réellement une ouverture à ce niveau; car il est difficile d'admettre qu'une rupture de la paroi se produise toujours au même point; et du reste lorsque cette rupture a lieu, ce qui, chez l'*Echinus*, est le cas le plus ordinaire, elle ne s'effectue qu'au bout d'un certain temps, et en un point variable vers l'extrémité terminale du sac.

Les pédicellaires gemmiformes glandulaires des espèces du genre *Echinus* ne diffèrent de ceux du *Sphœrechinus* que parce que les sacs y sont beaucoup plus distincts, et que la pigmentation étant moins développée que chez le *Sphœrechinus*, leurs parois dépourvues de pigment sont tout à fait transparentes.

Sladen a décrit sur les valves de ces pédicellaires glandulaires des épaissements épithéliaux particuliers qu'il appelle *tactile cushions*. On rencontre, en effet, sur presque toutes les coupes des valves, vers le milieu de la face externe, un renflement constitué par certaines cellules épithéliales qui sont devenues plus longues et plus larges, et ressemblent assez aux cellules épithéliales de la tige des tentacules péristomiens des *Spatangues*. Les cils vibratiles que portent ces cellules sont assez longs, et il est possible que ces renflements particuliers jouent le rôle d'organes de tact, mais il est impossible de trouver des relations entre les cellules qui les constituent et des éléments nerveux.

J'ai rencontré chez l'*Echinocardium flavescens* des pédicellaires gemmiformes particuliers analogues à certains égards aux pédicellaires glandulaires des *Sphœre-*

chinus, mais en différant par plusieurs caractères (pl. VII, fig. 59 et 60). Ils sont facilement reconnaissables à leur couleur pourpre foncé, due à un pigment soluble dans l'alcool et dans l'eau douce, comme le pigment qu'on rencontre en si grande abondance chez le Spatangue. Ces pédicellaires ne s'observent que sur la face dorsale du test de l'Echinocardium, répartis irrégulièrement au milieu des piquants, et en nombre très variable, suivant les échantillons. Quelques-uns en possèdent une vingtaine, d'autres trois ou quatre seulement. Il est rare de rencontrer des individus qui n'en possèdent pas du tout. Les trois sacs supportés par les tiges calcaires de la tête du pédicellaire ressemblent aux sacs glandulaires de l'Echinus; mais leur contenu, au lieu d'être un mucus coagulable par les réactifs, n'est constitué que par de petites sphères de pigment rouge supportées par de fines trabécules conjonctives.

Les mouvements des pédicellaires gemmiformes modifiés des *Sphærechinus*, *Echinus* et *Echinocardium* sont caractéristiques. Lorsqu'on les détache du test pour les déposer dans un godet rempli d'eau, on les voit immédiatement entr'ouvrir leurs valves et se mouvoir d'une façon particulière. C'est une sorte d'oscillation de la tête sur l'extrémité arrondie de la hampe. Au lieu de se fermer lorsqu'on les irrite, ainsi que le font les autres pédicellaires, ils conservent toujours, au contraire, leurs valves ouvertes, et lorsque les valves de l'un d'eux se sont refermées, il suffit souvent de les toucher avec la pointe d'une aiguille pour les voir s'ouvrir immédiatement.

SPHÉRIDIES. — Lovén a fait connaître chez les Echinides des organes particuliers qu'il considère comme des organes des sens, et qu'il a nommés *Sphéridies*: ils se rencontrent partout, sauf chez les *Cidaris*. Il en a donné, dans son travail, une description complète accompagnée de nombreuses figures, et je me contenterai de fournir ici quelques renseignements sur les espèces de nos côtes, n'ayant rien à ajouter aux observations du savant suédois sur la structure et la disposition de ces organes.

Les Sphéridies sont de petits corps globuleux, pourvus d'un pédicule très court articulé sur un mamelon du test. Le pédicule est formé de tissu calcaire articulé, tandis que la sphère est constituée en grande partie par une substance vitreuse très dure, disposée par couches concentriques fort minces. Le tissu réticulé du pédicule se continue généralement dans l'intérieur du globule vitreux et tout autour de sa base. Extérieurement la sphéridie est recouverte d'une très mince couche de tissu conjonctif tapissée par un épithélium vibratile.

Les sphéridies sont principalement groupées autour de la bouche et elles ne se rencontrent que dans les aires ambulacraires; elles occupent une position constante sur les premières plaques péristomiennes. Dans beaucoup de Spatan-

gides, on trouve sur les plaques ambulacraires péristomiennes une ou deux sphéridies réunies dans une petite fossette à la base des tentacules (*Spatangus*, *Echinocardium*, *Brissopsis*). Chez le *Brissus* et le *Schizaster*, les sphéridies sont groupées au nombre de deux ou trois à la base des tentacules sur les plaques du trivium, tandis que dans le bivium, elles sont généralement plus nombreuses et placées dans une petite fossette, les unes derrière les autres.

Chez les Oursins réguliers, les sphéridies sont plus nombreuses et disposées alternativement sur les deux rangées de plaques des zones ambulacraires, le plus ordinairement tout près de la suture des plaques. L'*Arbacia* ne possède dans chaque zone qu'une sphéridie placée dans une petite fossette, tout près du bord du péristome.

Chez les Réguliers et la plupart des Spatangides, les sphéridies sont à découvert; chez quelques Spatangides (*Lovenia*), chez les Clypæastroïdes et les Cassidulides, elles sont recouvertes par des prolongements du test qui peuvent même les enfermer complètement.

On voit donc que la structure des sphéridies se rapproche beaucoup de celle des radioles, et, comme les pédicellaires, elles ne sont que des piquants modifiés. Lovén, considérant leur situation constante auprès de la bouche et le plus souvent à la base des tentacules péribuccaux, pense que ces petits organes doivent être des organes des sens, ayant probablement pour fonction de faire connaître la nature des substances que l'eau ambiante tient en suspension, et de guider ainsi l'animal dans la recherche de sa nourriture.

FASCIOLLES. — Il existe sur le test des Spatangides des bandes particulières où les piquants font défaut et sont remplacés par des soies spéciales en forme de massue, des clavules vibratiles, suivant l'expression de Lovén. Ces clavules sont constituées par des tiges calcaires, renflées à l'extrémité, tantôt articulées, tantôt directement fixées sur le test; elles sont recouvertes par une couche conjonctive tapissée de cellules épithéliales vibratiles; les cils existent sur toute la longueur de la tige, mais ils sont très délicats et se détachent facilement vers l'extrémité renflée. L'ensemble de ces tiges très serrées les unes contre les autres, constitue ces bandes facilement reconnaissables qui ont été appelées *sémites* par Philippi et *fascioles* par Agassiz.

Les fascioles existent chez tous les Spatangides actuels; elles manquent chez les plus anciens types de ce groupe (Dysastérides), et n'apparaissent qu'avec les genres crétacés. Leurs relations restent toujours constantes dans un même genre, et leur position a servi à Lütken pour établir une classification du groupe des Spatangides.

Tantôt il n'existe qu'une seule fasciole limitant le plastron subanal et compre-

nant une partie de l'interradius impair et des zones ambulacraires postérieures; c'est la fasciole *infra-anale* qui existe chez le Spatangue et la Maretia. A cette fasciole s'ajoute une fasciole *péripétale* chez les genres Brissus, Brissopsis et Metalia. Les genres Schizaster, Moïra, etc., présentent, outre la fasciole péripétale, une fasciole *latérale* qui part de la fasciole péripétale, se dirige vers l'extrémité postérieure, où elle se recourbe vers la face ventrale pour passer sous le périprocte et rejoindre la fasciole péripétale de l'autre côté. Chez l'Echinocardium, qui possède une fasciole infra-anale, on trouve, au lieu de la fasciole péripétale, une fasciole *interne* qui entoure seulement l'extrémité apicale du test, et ne comprend qu'une partie de l'ambulacre impair antérieur et une très petite portion des pétales. On pourrait croire que la fasciole interne n'est qu'une fasciole péripétale très réduite, si la Breynia ne les possédait toutes deux à la fois. A côté de ces dispositions ordinaires, il existe quelques dispositions propres à certains genres. Ainsi, chez la Brissopsis, on rencontre quelquefois deux branches qui partent de la fasciole infra-anale et montent de chaque côté de l'anús; ces branches sont constantes chez l'Echinocardium où elles constituent une véritable fasciole anale.

Il est actuellement impossible d'indiquer l'origine des fascioles. Müller les comparaît aux bandes vibratiles de la larve; mais rien ne prouve que ces bandes si caractéristiques des larves aient une relation quelconque avec les fascioles de l'animal adulte. Cette relation est d'autant moins vraisemblable, que celles-ci se développent sur des plaques qui n'ont pas encore fait leur apparition pendant la période d'existence des bandes vibratiles de la larve.

Les fonctions des fascioles sont aussi obscures que leur morphologie. Müller a déjà remarqué que les soies vibratiles qui les constituent sont très sensibles; néanmoins, il est difficile de les considérer comme des organes des sens. Agassiz pense que l'usage de ces organes est évidemment de protéger les pétales contre les substances étrangères, et l'on trouve toujours, dit-il, de la vase retenue au milieu des soies de la fasciole. Je ne puis partager l'opinion d'Agassiz, car il semble que les soies très courtes des fascioles sont bien peu puissantes pour empêcher les matières étrangères d'arriver jusqu'aux pétales. Beaucoup de genres n'ont pas de fascioles péripétales; et si l'on considère que les Spatangides vivent en général complètement enfouis dans la vase, on comprendra difficilement quelle protection efficace peuvent bien rendre des bandes aussi minces que les fascioles. Les ambulacres pétaloïdes ne renferment pas d'ailleurs d'organes bien importants, et l'on ne voit pas l'utilité d'une semblable protection: on trouve toujours autant de vase sur les pétales et au milieu des piquants dorsaux d'un Spatangue qu'au milieu des clavules de la fasciole infra-anale.



APPAREIL DIGESTIF.



OURSINS RÉGULIERS.

La bouche, chez les Oursins réguliers, s'ouvre sur la face ventrale de la membrane buccale; celle-ci tantôt nue, tantôt recouverte d'écailles imbriquées, ferme l'ouverture péristomienne plus ou moins large suivant les genres. Cette membrane présente en dehors de la bouche, limitée par les cinq pointes des pyramides, un cercle de dix tubes ambulacraires dont la forme est un peu différente de ceux qui appartiennent aux plaques calcaires du test, puis une couronne de pédicellaires ophicéphales très serrés, et enfin vers la périphérie les dix vésicules branchiales, qui communiquent avec la cavité générale. La membrane buccale est entièrement composée par un tissu conjonctif très dense, tapissé sur sa face interne par l'épithélium péritonéal, et sur sa face externe par la membrane de recouvrement du test.

L'ouverture anale, diamétralement opposée à la bouche, s'ouvre au milieu du périprocte, c'est-à-dire de l'espace limité par les plaques génitales et les plaques ocellaires, et qui est comblé par de petites plaques de grosseurs différentes (sauf chez l'*Arbacia* où il n'existe que quatre plaques disposées en croix). Lovén a montré que chez de très jeunes oursins cet espace n'est occupé que par une plaque unique: c'est le disque central homologue de la pièce centrodorsale des Crinoïdes. De très bonne heure, la substance de ce disque se résorbe légèrement vers le point où paraîtra plus tard l'anus; et en même temps que l'espace central s'agrandit, de petites plaques viennent se développer entre le bord légèrement échancré du disque central et les pièces génitales correspondantes. Peu à peu le nombre des plaques augmente; leurs dimensions deviennent plus fortes, et finalement tout l'espace entouré par les plaques génitales est comblé par un nombre plus ou moins considérable de plaques, où il serait difficile de distinguer la pièce unique primitive, et au milieu desquelles s'ouvre l'anus.

Je pourrai passer rapidement sur tout ce qui concerne le trajet du tube digestif des Oursins réguliers dont l'étude a été faite depuis longtemps par de nombreux

observateurs, Tiedemann, Delle Chiaje, Valentin, Hoffmann, et il n'est pas un seul zoologiste qui n'ait vérifié ce qui a été dit à ce sujet. Il en est de même pour l'appareil masticateur complexe, particulièrement étudié par Meyer ; j'aurais bien à signaler à propos de la lanterne quelques particularités offertes par les genres *Dorocidaris* et *Arbacia*, mais cette description trouvera mieux sa place dans la partie de ce travail plus spécialement consacrée à la faune et à la description des espèces. Quant à la structure assez compliquée des pièces calcaires qui entrent dans la composition de l'appareil masticateur, elle a été d'abord étudiée par Hoffmann, puis par Giesbrecht, qui ont montré que ces organes présentaient une structure différente de celle des plaques calcaires du test : je me contenterai de renvoyer aux descriptions et aux figures données par ces deux savants, car il serait difficile de résumer ici les résultats auxquels ils sont arrivés et qui n'ont du reste qu'une valeur relative.

On a distingué dans le tube digestif des oursins plusieurs régions distinctes qui sont le pharynx, l'œsophage, la première courbure ou courbure inférieure, la deuxième courbure ou courbure supérieure, enfin le rectum. Le pharynx s'étend de l'ouverture buccale jusqu'au plancher supérieur de la lanterne, où le commencement de l'œsophage est indiqué par un léger étranglement et la présence des anneaux vasculaires qui sont placés à ce niveau. Le pharynx est pentagonal dans sa partie inférieure et devient circulaire en approchant de l'œsophage ; les cinq arêtes sont marquées par la présence de cinq paires de faisceaux ligamenteux qui montent le long du pharynx, sur les parois duquel ils s'insèrent vis-à-vis des anneaux vasculaires ; en bas, les deux faisceaux qui constituent chaque paire se réunissent en une masse unique, qui va s'insérer sur l'extrémité inférieure des mâchoires. L'œsophage, qui fait suite au pharynx, présente dans sa longueur des différences qui correspondent à l'aplatissement plus ou moins considérable du test, suivant les genres. Il se dirige, en général, verticalement vers la plaque madréporique qu'il n'atteint pas, puis se recourbe dans la direction du radius antérieur (radius 1 d'après le système de Lovén) et vient s'ouvrir dans le commencement de la courbure intestinale inférieure. Chez le *Dorocidaris*, son trajet est à peu près rectiligne et il s'étend directement de la lanterne à la courbure inférieure. Celle-ci restant appliquée contre la face interne du test à laquelle elle est reliée d'ailleurs par de nombreux et fins tractus mésentériques, décrit une circonférence complète pour revenir tout près de son point de départ dans l'interradius 5, où elle s'infléchit brusquement et prend une direction inverse pour se continuer avec la deuxième courbure ou courbure supérieure. Cette dernière vient se terminer dans le rectum qui s'étend tout le long du radius 1.

Au niveau du point où l'œsophage se continue avec la courbure inférieure, il existe ordinairement une dilatation sacciforme, une sorte de diverticulum plus

ou moins développé suivant les espèces, qui est homologue de l'organe de même nom chez les Spatangides; mais tandis que chez ces derniers, le diverticulum qui atteint un développement considérable, se modifie dans sa structure pour remplir des fonctions spéciales, le diverticulum des Oursins réguliers n'est que le commencement de la première courbure, et sa structure ne diffère en rien de celle de l'intestin.

Les inflexions des courbures intestinales qui présentent chacune une série de parties concaves et convexes sont trop connues pour que j'en parle ici; le genre *Dorocidaris* seul présente à cet égard quelques particularités qui seront mentionnées lorsque je m'occuperai de la faune.

On sait que les deux courbures du tube digestif des oursins présentent dans leur couleur des différences notables; la première courbure est toujours plus foncée, d'une couleur généralement brune, tandis que la deuxième courbure est plus claire et d'une couleur jaune. Ces différences dans la coloration correspondent à des différences dans la distribution des vaisseaux qui se ramifient sur la courbure inférieure seule, et dans la structure de ces deux régions qui ont évidemment des fonctions différentes au point de vue de la nutrition de l'oursin.

Au tube digestif est annexé un organe particulier aperçu déjà par Delle Chiaje, mais dont les relations et les fonctions ont été découvertes par M. Perrier, qui a proposé de lui donner le nom de *siphon intestinal*. C'est un canal ouvert, d'une part, dans la dernière portion de l'œsophage, d'autre part, au niveau de l'extrémité de la courbure intestinale inférieure, et appliqué sur tout son trajet contre le bord interne du tube digestif, entre ce dernier et le vaisseau marginal interne. Son calibre, qui est d'environ un ou deux millimètres suivant la taille des échantillons, est un peu plus considérable vers son origine.

Les parois du tube digestif, toujours fort minces, sauf sur toute la longueur de l'œsophage, présentent dans leur structure les couches suivantes en allant de l'extérieur à l'intérieur (Pl. VI, fig. 37) : une couche épithéliale externe, une couche conjonctive externe, une couche musculaire, une couche conjonctive interne et enfin une couche épithéliale. Cette dernière est très développée : elle est au moins dix ou quinze fois plus large que les autres couches réunies.

L'épithélium externe (*E*) comprend une seule couche de cellules petites, à protoplasma granuleux, munies de cils vibratiles; ce sont les mêmes cellules qui recouvrent les lamelles mésentériques et la membrane qui tapisse la face interne du test.

La couche conjonctive externe est très mince et formée de fibres très fines de tissu conjonctif.

La couche musculaire (*M*) comprend surtout des fibres transversales, très apparentes sur les coupes transversales; quelques fibres longitudinales existent

néanmoins, mais elles sont très peu abondantes et ne constituent pas une couche continue comme chez le *Spatangue* ; elles sont placées surtout dans les parois de l'œsophage. On ne les aperçoit généralement pas sur les coupes transversales, mais les coupes longitudinales et les dissociations démontrent leur existence d'une manière évidente.

La couche conjonctive interne (*Tc*) est un peu plus épaisse que la couche externe, mais elle est néanmoins fort mince, sauf dans l'œsophage où elle acquiert un certain développement. Sur toute la longueur de la première courbure, elle est occupée presque tout entière par les capillaires de l'intestin : le sang coagulé y forme une série d'îlots jaunâtres, granuleux, très serrés. La couche conjonctive forme dans l'œsophage une série de saillies longitudinales correspondant aux plis qu'on observe à l'œil nu sur la surface interne de cet organe. Elle est constituée partout par de fines fibrilles conjonctives renfermant quelques cellules et quelques granulations de pigment. On peut s'assurer sur les coupes de l'œsophage qu'elle comprend deux assises différentes : une assise externe mal délimitée, dont les fibres ont une direction transversale, et une assise interne dont les fibres sont irrégulièrement entrecroisées dans tous les sens.

La couche épithéliale interne (*E*), très large et très développée, est formée par plusieurs assises de cellules allongées, petites et serrées dans la région basilaire, devenant très longues vers la périphérie ; elle est limitée intérieurement par une fine cuticule supportant des cils vibratiles. L'aspect de la couche épithéliale diffère quelque peu dans les diverses régions de l'intestin. L'épithélium de l'œsophage renferme des cellules longues et minces, à protoplasma peu granuleux et à noyau peu apparent, hyalines à la périphérie ; à la base de la couche, on trouve sur les coupes des espaces arrondis, assez nettement limités, quoique ne paraissant pas entourés par une membrane distincte, renfermant de nombreuses granulations, et qu'on pourrait considérer comme une modification particulière des cellules épithéliales en vue d'une fonction de sécrétion. Dans la courbure inférieure, les cellules périphériques, très longues et élargies à leur extrémité libre, possèdent un protoplasma chargé de nombreuses et grosses granulations, surtout chez le *Strongylocentrotus* ; tandis que, dans la courbure supérieure, les granulations deviennent moins grosses, beaucoup moins abondantes, et disparaissent enfin dans les dernières portions de l'intestin. Il est probable que cet épithélium granuleux doit jouer le rôle d'un organe glandulaire, et remplir des fonctions de sécrétion pour la digestion des matières alimentaires.

Je n'ai pas rencontré dans le tube digestif des Oursins les cellules à mucus si nombreuses, et les glandes particulières de l'intestin des *Spatangides* ; tout au plus, peut-on considérer comme glandes rudimentaires les amas granuleux qui existent à la base des cellules épithéliales de l'œsophage.

La structure du siphon est analogue à celle de l'intestin; les parois en sont, cependant, un peu plus épaisses et la couche épithéliale est beaucoup moins développée.

Les différentes couches qui entrent dans la structure du tube digestif des Oursins sont identiques à celles du tube digestif des Spatangides. Je n'ai pas parlé des caractères histologiques des différents éléments qui les constituent : nous les retrouverons, en effet, chez les Spatangues, où leur étude est plus facile à cause du développement plus considérable des parois de l'intestin, et ce que je dirai des éléments musculaires et conjonctifs, chez les Spatangues, s'appliquera tout aussi bien à ceux des Oursins.

Si l'on compare la description que je viens de donner de la structure du tube digestif chez les Oursins avec celle qui a été faite par Hoffmann, on verra qu'elle en diffère sous certains rapports. Hoffmann décrit, en effet, une couche conjonctive externe tapissée par un épithélium, une couche musculaire longitudinale, une couche musculaire transversale et enfin une couche conjonctive interne; arrêtons-nous aux caractères qu'il donne à cette dernière. Elle comprend, dit-il, une couche externe particulièrement conjonctive et une couche interne surtout cellulaire, qu'il appelle *Drusenschicht*; c'est dans l'épaisseur de la première, très riche en fibres, que se ramifient les capillaires de l'intestin. La couche glandulaire est constituée, dans le pharynx et l'œsophage, par des réseaux conjonctifs renfermant des cellules finement granuleuses et des noyaux pigmentaires, tandis que sur tout le reste de l'intestin, elle n'est constituée que par la réunion de cellules arrondies, d'une couleur rouge brun, avec ou sans noyaux, et présentant un contenu granuleux. Il semble, d'après cette description, qu'Hoffmann ait donné le nom de *Drusenschicht* à la couche épithéliale : il ne parle jamais, en effet, de couche épithéliale, sauf dans une seule phrase où il dit qu'il n'existe pas d'épithélium interne vibratile. Or, les caractères qu'il donne à cette couche glandulaire ne se rapportent pas à ceux de l'épithélium que j'ai décrit plus haut, et cependant, il n'est pas possible de rapporter cette couche glandulaire, qui fait suite à la couche conjonctive, à autre chose qu'à l'épithélium. Je crois que l'erreur d'Hoffmann tient au mode de préparation qu'il faisait subir à ses pièces pour les recherches histologiques; il n'employait, en effet, que l'acide chromique ou le bichromate de potasse, lesquels ne peuvent conserver des éléments aussi délicats que ceux de l'épithélium intestinal des Oursins. J'ai fait des coupes sur des morceaux de tube digestif traités uniquement par des solutions chromiques, et l'aspect qu'elles présentaient rappelait, en effet, la description d'Hoffmann. Les pièces destinées à l'étude histologique chez des animaux à tissus aussi facilement altérables que les Oursins, exigent absolument un traitement préalable à l'acide osmique, qui permet seul d'obtenir des prépara-

tions convenables : les cellules épithéliales y sont alors bien distinctes et en bon état de conservation. D'après Hoffmann, la couche la plus interne des parois de l'intestin serait une couche conjonctive glandulaire; ce serait bien là le premier exemple d'un tube digestif dépourvu d'épithélium interne.

Les diverses portions du tube digestif sont rattachées au test par de minces tractus mésentériques, mais les circonvolutions ne sont pas reliées entre elles par des lames mésentériques solides comme chez les Spatangues, où leur existence était rendue nécessaire par le mode d'alimentation spécial de ces animaux, qui se nourrissent de matières solides toujours assez lourdes. Il n'existe chez les Oursins qu'une seule lamelle fibreuse très mince qui s'étend de la partie recourbée de l'œsophage au diverticulum de la courbure inférieure, pour s'insérer sur la portion correspondante du test jusqu'au pôle apical. Cette lamelle mésentérique renferme des éléments glandulaires déjà décrits par M. Perrier, consistant en cellules dépourvues de membrane d'enveloppe, à protoplasma irrégulier et dont le noyau assez volumineux est plus ou moins chargé de granulations de pigment; à côté de ces cellules se trouvent de nombreuses masses pigmentaires réunies en amas plus ou moins volumineux.

SPATANGIDES.

La position excentrique de la bouche et de l'anus caractérise les Oursins irréguliers et les distingue immédiatement des Réguliers. L'ouverture péristomienne des Spatangides est reportée en avant dans la direction de la ligne médiane, c'est-à-dire du radius antérieur. Elle a la forme d'un ovoïde et elle est comblée par une membrane dans laquelle se sont développées de petites plaques calcaires, dont l'ensemble constitue une sorte de lèvre supérieure. L'ouverture buccale est limitée en avant par cette lèvre supérieure, en arrière et en bas par la première pièce de l'aire interradiale postérieure qui est devenue proéminente et forme ainsi une lèvre inférieure. Celle-ci chevauche un peu au-dessus de la lèvre supérieure, de manière à recouvrir son extrémité postérieure libre lorsqu'on regarde un Spatangue par sa face ventrale. Les plaques calcaires quadrangulaires ou pentagonales, légèrement mobiles les unes sur les autres, de la lèvre supérieure, sont plus grosses en avant; elles deviennent de plus en plus petites et mobiles, en même temps qu'elles perdent de leur solidité, à mesure qu'elles se rapprochent du bord postérieur. La lèvre inférieure est, au contraire, parfaitement fixe.

Cette situation de la bouche reportée au bord postérieur de la membrane buccale, bien différente de celle qu'elle occupait chez les Oursins, au centre même de cette membrane, n'existe pas chez l'animal très jeune, où du reste la forme du corps est beaucoup moins irrégulière. Lovèn, en étudiant un jeune *Spatangue* de quelques millimètres de longueur seulement, a remarqué en effet que le péristome avait la forme d'un pentagone à côtés à peu près égaux, présentant à son centre la bouche entourée par les petites plaques buccales. Peu à peu, à mesure que l'animal grandit, et que ces plaques s'accroissent, la bouche se retire en arrière dans la direction de l'interradius postérieur jusqu'à ce que finalement elle vienne se placer entre le bord postérieur de la membrane buccale, transformée ainsi en lèvre supérieure, et la première pièce de l'interradius qui devient proéminente et constitue une lèvre inférieure.

L'anus, reporté chez les types actuels à l'extrémité postérieure du corps dans l'interradius impair, s'ouvre au centre d'un périprocte ovale, limité par trois ou quatre paires des pièces de cette aire interradiale, et constitué par de petites pièces calcaires plus grosses à la périphérie qu'au centre.

Le trajet du tube digestif a été décrit avec soin par Hoffmann qui a distingué plusieurs régions auxquelles il donne les noms de pharynx, œsophage, estomac, intestin grêle, gros intestin, intestin terminal ou rectum. Évidemment ces termes peuvent être très commodes dans le cours d'une description, mais ils ne répondent pas à des régions anatomiques définies, et ont l'inconvénient de rapprocher des régions connues sous les mêmes noms, chez les animaux supérieurs, certaines portions de l'appareil digestif qui en sont cependant bien distinctes tant au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique. Bien qu'Hoffmann fasse remarquer qu'il n'emploie ces termes que pour faciliter les descriptions, les raisons que je viens d'exposer m'empêchent de les conserver, sauf les noms d'œsophage et de rectum qui correspondent à des régions distinctes et assez nettement définies. Hoffmann décrit aussi dans l'intestin du *Spatangue* quatre courbures différentes : la première s'étend de la bouche jusqu'au niveau de l'orifice du diverticulum ; la deuxième part de ce point pour décrire une circonférence presque complète et revenir près de son point de départ ; la troisième, qui se dirige en sens inverse, suit la face interne du test au-dessus de la précédente et se termine au niveau de la plaque madréporique ; la quatrième enfin comprend l'intestin terminal.

En ce qui concerne la dénomination des diverses régions de l'appareil digestif, je me range à l'opinion de Teuscher qui ne voit, comme chez les Oursins, que deux courbures, l'une supérieure, l'autre inférieure, dans l'intestin du *Spatangue*. Il n'y a pas plus de raison, en effet, pour décrire quatre courbures chez ce dernier que chez les Oursins où l'œsophage peut être tout aussi bien considéré comme

une première courbure et le rectum comme une quatrième (1). Seulement Teuscher appelle œsophage toute la région comprise entre la bouche et l'orifice du diverticulum; or, il me semble plus rationnel d'admettre que l'œsophage est beaucoup plus court, et de ne donner ce nom qu'à la première portion du tube digestif, contre laquelle est appliqué le canal du sable; car la portion suivante renferme de nombreuses glandes et surtout reçoit des vaisseaux, ce qui permet de lui assigner un rôle que n'affecte pas en général l'œsophage dans les phénomènes de la digestion et de l'absorption.

Le trajet du tube digestif est à peu près le même chez les divers genres d'Oursins irréguliers que j'ai pu examiner; j'étudierai d'abord celui du *Spatangue*, et indiquerai ensuite les quelques particularités que j'ai observées chez les autres types.

Lorsqu'on ouvre un *Spatangue* par la face ventrale, on n'aperçoit que l'œsophage et la courbure intestinale inférieure (Pl. I fig. 1). L'œsophage (Æ) qui fait suite à la bouche se fixe aux bords des deux lèvres qui limitent une ouverture buccale, toujours plus petite que le diamètre de l'œsophage. De plus, les deux petites lames mésentériques qui réunissent l'œsophage, d'une part, à la plaque de soutien, et d'autre part, au canal du sable, s'insèrent aussi aux deux angles de l'ouverture buccale, en même temps qu'elles se fixent sur la demi-circonférence supérieure de l'œsophage et se continuent sur la lèvre supérieure sous forme d'une membrane mince qui s'étend jusqu'aux anneaux vasculaires. C'est ainsi que se trouve limité au niveau de la lèvre supérieure une sorte de sinus étroit, compris entre la membrane interne du test intimement appliquée contre les pièces calcaires de la lèvre supérieure et la membrane qui est la continuation des lamelles mésentériques annexées à l'œsophage.

Il n'existe aucun muscle en connexion avec la lèvre supérieure lui permettant de s'ouvrir ou de se fermer volontairement. Les mouvements peu étendus, du reste, qu'elle peut accomplir, aussi bien que l'entrée des matières dans le tube digestif, paraissent se faire d'une façon toute mécanique.

L'œsophage est la portion la plus étroite du tube digestif. Il est en général aplati, et, sa cavité étant incomplètement remplie par du sable, sa forme est toujours un peu irrégulière. Il s'étend en ligne droite vers l'extrémité postérieure dans la direction de l'interradius impair, et conserve les mêmes dimensions jusqu'au point où il se continue avec le commencement de la courbure inférieure

(1) Je n'emploierai donc que les termes œsophage, première courbure ou courbure inférieure, deuxième courbure ou courbure supérieure, et rectum. Si dans différentes notes adressées à l'Académie des Sciences, je me suis servi des noms proposés par Hoffmann, c'était uniquement pour éviter une discussion de termes qui n'aurait pas trouvé sa place dans ces communications.

d'un calibre plus fort que le sien et qui suit une direction différente. Le canal du sable (*C et c'*) qui l'accompagnait à partir de la bouche, passe à ce niveau au-dessus de l'œsophage pour se placer sur la grande lamelle mésentérique ventrale (*MV*) qui relie entre elles les différentes régions de la courbure inférieure. Celle-ci (*CI*) décrit plus d'une circonférence complète : elle monte d'abord jusqu'au radius antérieur où elle reçoit une large dilatation saxiforme, le diverticulum, qu'on ne peut apercevoir en regardant l'animal par la face ventrale, puis fait ensuite le tour du test pour venir se terminer près du radius antérieur dans l'interradius qui le précède (interradius 5 de Lovén). Elle conserve un calibre uniforme sur tout son trajet et présente, deux centimètres environ au-delà de son origine, un léger renflement transversal (50) indiquant la trace du siphon qui s'ouvre à ce niveau ; de là, jusqu'au niveau de l'orifice du diverticulum, sa face externe présente une série de lignes transversales claires (Fig. 5 b) qui correspondent au trajet des vaisseaux de cette région. A partir de l'orifice du diverticulum jusqu'à son extrémité, elle ne présente rien de particulier.

Si l'on ouvre le *Spatangue* par la face dorsale (pl. I, fig. 2 et 3), on apercevra la courbure supérieure (*CS*) qui se dirige en sens inverse de la précédente, décrit un peu plus d'une demi-circonférence le long de la face interne du test, et se continue vis-à-vis la plaque madréporique avec le rectum (*R*) ; celui-ci s'étend le long de la zone interradiale postérieure et aboutit au périprocte, sur les pièces calcaires duquel il est solidement fixé par des tractus mésentériques. La région la plus élevée du test est occupée par un organe volumineux (*D*), élargi dans sa portion médiane et rétréci à ses deux extrémités : c'est le diverticulum qui s'étend de la courbure inférieure à la plaque madréporique. Il est d'une couleur brun foncé et sa surface irrégulièrement bosselée offre de nombreux plis transversaux. Il s'ouvre dans la courbure inférieure en un point situé dans la zone radiale antérieure, par un orifice elliptique étroit qu'on aperçoit en ouvrant et en étalant les parois de l'intestin (pl. II, fig. 7, *OD*).

Le tube digestif est fixé au test par de nombreuses bandes fibreuses (*TM*), et les différentes circonvolutions sont reliées entre elles par des lames mésentériques résistantes qui ont été décrites par Hoffmann sous les noms de lamelles mésentériques dorsales et ventrales ; elles sont au nombre de quatre. Les deux lamelles mésentériques ventrales prennent leur point d'attache à l'appareil de soutien interne *PS* et s'insèrent, la petite (*mv*) le long de l'œsophage, la grande (*MV*) sur toute l'étendue du bord interne de la courbure inférieure. A la face dorsale, un premier feuillet (*md*) s'insère le long du rectum et se fixe à la portion correspondante du test ; un autre feuillet (*MD*) réunit le diverticulum à la courbure supérieure, s'insère au test au niveau des deux petites plaques calcaires qui protègent l'extrémité du canal du sable (pl. III, fig. 19, *PS*), et envoie sur le rectum un

prolongement qui court parallèlement au feuillet précédent, et se fixe, comme lui, à la face interne du test. Ces deux feuillets se continuent jusqu'à l'extrémité du rectum où ils se développent de manière à former un cercle complet qui s'insère, d'une part, sur la circonférence du rectum, d'autre part, sur les plaques calcaires périphériques du périprocte (fig. 20).

Pas plus que chez les Oursins réguliers, il n'existe chez le Spatangue, de muscles particuliers destinés à faciliter le passage des excréments à travers l'ouverture anale limitée par les plaques du périprocte; ce phénomène s'effectue sous l'influence de la contraction des muscles longitudinaux et transversaux qui appartiennent en propre aux parois du rectum.

A l'intestin est annexé un canal qu'Hoffmann, pensant être le premier à découvrir ses relations avec le tube digestif, a appelé *organe contourné* (gewundene Organ) et qui est l'homologue du siphon des Oursins. Ce canal (S) part du commencement de la courbure inférieure en OS , se dirige transversalement vers l'œsophage sous lequel il passe et vient croiser le vaisseau marginal interne en a , fig. 1. A ce moment il change de direction, s'applique étroitement contre le bord interne du tube digestif qu'il accompagne pendant un certain temps pour s'y ouvrir de nouveau en ($S'O'$), c'est-à-dire en un point à peu près situé vis-à-vis son origine et distant de trois ou quatre centimètres environ de l'extrémité de la courbure inférieure. Le siphon présente donc deux directions différentes, suivant qu'il est libre ou accolé au tube digestif. Son aspect change aussi en même temps qu'il change de direction. Il est légèrement aplati et son diamètre est plus considérable (3 millimètres environ), dans sa portion comprise entre son point d'origine et le vaisseau marginal interne; dans la portion suivante, au contraire, il devient cylindrique et présente des parois moins épaisses et un plus petit calibre. A ces différences extérieures correspondent également des différences importantes dans sa structure histologique. Son deuxième orifice ($S'O'$) dans le tube digestif n'a rien de particulier, le siphon s'y termine par une simple ouverture circulaire, tandis qu'à son autre extrémité (SO), sa face supérieure se continue dans l'épaisseur même de la paroi de l'intestin, ce qui donne naissance à ce léger renflement transversal qu'on observe au commencement de la courbure inférieure. En ouvrant le tube digestif à ce niveau, on voit que ce prolongement du siphon apparaît sous forme d'un léger sillon (pl. II, fig. 7, $S'O'$), accompagné d'une série de petits mamelons (fig. 7, M) qui ne paraissent pas avoir de fonction spéciale.

Cet organe a déjà été figuré par M. Milne-Edwards, qui l'a considéré comme un vaisseau. Hoffmann n'a pas été le premier à indiquer ses relations avec le tube digestif; car bien qu'il dise que « den meisten Beobachtern entgangen zu sein wird, da weder von J. Müller noch von Delle Chiaje das Organ erwähnt wird, » Delle Chiaje l'a parfaitement décrit et figuré. Dans la planche XXV,

fig. 12, de son livre « Sulla storia degli animali senza vertebre, » est représenté par la lettre *h*, un canal qui s'ouvre de part et d'autre dans le tube digestif et qui n'est autre chose que le siphon. Voici du reste ce que Delle Chiaje avait dit sur le tube digestif du *Spatangue* : « Andamento alquanto diverso rimarcasi nel tubo intestinale dell'Echinus spatagus, il cui oesofago è senza denti, un poco allargato nel principio, assottigliato è dritto in seguito; ove nasce il duodeno che gli passa per sopra, ed un canale abbastanza ristretto e traversamento diretto verso l'incominciamento del diguino, ove si apre. » Delle Chiaje a figuré aussi le siphon de l'Echinus edulis et le décrit d'une façon très claire : « Giacchè nel margine interno libero è costeggiato da un canale rotondo avento longitudinali e poco profonde rughe, che incomincia dal termine dell'oesofago e finisce al principio dell'intestino tenue; stabilendosi in tal modo una comunicazione diretta tra questo budello è l'oesofago. » Il n'y a donc pas de raison pour conserver à ce canal le nom d'Hoffmann's Organ que lui attribue Teuscher, et il me paraît préférable de lui laisser le nom de siphon intestinal que M. Perrier a donné à l'organe identique chez les Oursins, en raison des fonctions importantes qu'il doit remplir.

Les deux courbures de l'intestin conservent à peu près les mêmes dimensions sur toute leur longueur; elles sont cylindriques, et complètement remplies de sable, de petites coquilles, de foraminifères, de débris alimentaires de toute sorte, qui ne se rencontrent ni dans le siphon dont la lumière paraît toujours libre, ni dans le diverticulum qui est rempli d'un liquide brun foncé. La couleur violacée des parois reste uniforme sur toute l'étendue de l'intestin, et l'on ne remarque pas ces différences de coloration qu'on observe chez les Oursins et aussi chez d'autres spatangides. Mais, en ouvrant le tube digestif, on trouve que certaines régions présentent un aspect et une coloration particulières. Ainsi, sur la plus grande partie de la longueur de l'intestin, l'épithélium interne est d'une couleur jaune foncé passant au brun clair; au contraire, certaines portions de la courbure inférieure, en particulier la face dorsale, possèdent un épithélium d'une couleur brune très foncée. Or, les parties qui présentent un épithélium foncé sont précisément celles qui reçoivent des vaisseaux; à ces différences dans l'aspect extérieur des cellules épithéliales correspondent aussi des modifications dans leurs formes et leurs caractères histologiques.

Chez les autres genres de Spatangides, le trajet du tube digestif rappelle celui du *Spatangue*. Chez certains genres (*Echinocardium*, *Brissopsis*, *Schizaster*), on observe une différence de coloration très marquée entre la courbure inférieure qui est grise et la courbure supérieure qui est jaune ou brune, fait comparable à ce qui existe chez les Oursins réguliers. On observe aussi quelquefois (*Echinocardium* et surtout *Schizaster*), une différence de volume très notable entre la

courbure inférieure et la courbure supérieure qui est beaucoup plus large que celle-ci et la déborde en dessous. Partout on observe des différences dans la coloration de la face interne du tube digestif, l'épithélium étant toujours plus foncé dans les régions qui possèdent des vaisseaux. Le rectum présente à son origine chez l'*Echinocardium flavescens* (Pl. III, fig. 20), un petit diverticulum, qui ne paraît avoir d'autre fonction que de servir de réservoir aux excréments; car on y trouve toujours des matières analogues à celles qui remplissent le rectum, et sa structure ne diffère pas de celle de ce dernier organe. Le Schizaster présente un diverticulum analogue, mais relativement beaucoup plus petit et situé plus bas.

Le trajet et la longueur du siphon varient beaucoup suivant les genres. Chez l'*Echinocardium* (fig. 15, s), il présente, comme chez le Spatangue, une première portion à paroi épaisse jusqu'au point où il croise le vaisseau marginal interne; de là il se dirige en avant, monte parallèlement à l'œsophage jusqu'au niveau de la bouche, puis se recourbe pour redescendre en sens inverse et s'appliquer contre le bord interne de la courbure inférieure qu'il accompagne jusqu'à son extrémité où il se termine. Chez le Schizaster, le siphon est très court: il présente au début une région à parois épaisses, vient croiser le vaisseau marginal interne et s'applique immédiatement contre le tube digestif dans lequel il ne tarde pas à s'ouvrir (Pl. III, fig. 14). Chez la Brissopsis, il n'est pas plus long que chez le Schizaster; mais, au lieu d'offrir à son origine une paroi épaissie, il se dilate au contraire, entre l'œsophage et la courbure inférieure, en une sorte de poche assez vaste, à forme irrégulière et dont les parois sont très minces (Pl. II, fig. 11). Chez le Brissus, le trajet du siphon rappelle celui du Spatangue et de l'*Echinocardium*: c'est un tube à parois assez épaisses présentant des rides transversales, qui remonte en passant sous l'œsophage jusque vers la bouche, puis se recourbe brusquement, croise le vaisseau marginal interne et s'applique contre la courbure inférieure qui l'accompagne jusqu'en un point voisin de son extrémité antérieure (Pl. II, fig. 10).

Un fait anatomique intéressant à constater chez le Schizaster, le Brissus et la Brissopsis, est l'existence d'un second canal comparable au siphon qui s'ouvre de part et d'autres dans le tube digestif en deux points, variables suivant le genre, de la courbure inférieure (fig. 10, 11, 14, S A, g et h). On peut considérer ce canal comme un deuxième siphon, une sorte de siphon accessoire. Il est très court chez le Schizaster. Dans ce dernier genre ainsi que chez le Brissus, il est accolé au tube digestif, tandis que chez la Brissopsis il court à une certaine distance de l'intestin, tout en lui restant constamment parallèle. Ce siphon accessoire n'existe ni chez le Spatangue, ni chez l'*Echinocardium*.

Le diverticulum n'offre pas dans ces divers genres la même apparence que

chez le *Spatangue* : c'est un simple cul-de-sac aplati, plus ou moins long suivant que le pôle apical est plus ou moins éloigné de l'extrémité antérieure, à parois claires, lisses, dépourvues de plis transversaux.

Les différences qui existent entre le tube digestif des *Oursins réguliers* et celui des *Spatangides* tiennent en partie au déplacement de la bouche et de l'anus, qui a nécessairement entraîné certaines modifications dans le trajet de ce canal ; le tube digestif, toutes choses égales d'ailleurs, est plus long chez les *Irréguliers* que chez les *Réguliers*. La première portion de l'intestin, au lieu de se diriger verticalement pour se recourber ensuite vers l'aire ambulacraire antérieure, s'étend dans la direction de l'interradius postérieur. Morphologiquement, l'on doit considérer la portion du tube digestif des *Spatangues* qui correspond à l'œsophage des *Oursins*, comme comprenant toute la région située entre la bouche et le radius antérieur, c'est-à-dire entre la bouche et le point d'insertion du diverticulum : celui-ci n'est en effet qu'une adaptation particulière à un but physiologique du cul-de-sac que présente la première courbure de l'*Oursin* à l'entrée de l'œsophage. Cependant, au point de vue physiologique, on ne peut donner le nom d'œsophage à toute la portion de l'intestin située en deçà de l'orifice du diverticulum. J'ai déjà dit plus haut qu'il me semblait préférable de réserver le nom d'œsophage à la portion située dans l'interradius postérieur et de considérer comme appartenant à l'intestin proprement dit, c'est-à-dire à la région dans laquelle se passent les phénomènes de la digestion, la portion suivante qui s'est modifiée et joue un certain rôle dans l'absorption des matières nutritives puisqu'elle possède des vaisseaux. La première courbure de l'intestin se termine au même point chez l'*Oursin* et le *Spatangue* : dans l'interradius qui porte la plaque madréporique (interradius 5). Le rectum s'est simplement allongé chez les *Spatangues* ; situé chez les *Réguliers* dans l'aire radiale antérieure, il a continué son chemin en ligne droite le long de l'interradius impair pour s'ouvrir à l'extrémité postérieure du corps, prenant ainsi la place qu'occupait d'abord chez l'*Oursin*, une des cinq glandes génitales.

Il faut aussi remarquer que le tube digestif ne présente plus chez les *Spatangides*, ces caractères d'uniformité constante qu'il offre chez les *Réguliers*, ainsi que nous le prouvent les différences signalées plus haut dans les trajets du siphon, et l'existence dans certains genres d'un siphon accessoire ou d'un diverticulum annexé au rectum.

D'autres modifications apportées dans la structure de l'intestin ont été amenées par le changement de vie et ne sont dues qu'à des circonstances extérieures. Le tube digestif de l'*Oursin* n'aurait pas suffi à un animal qui n'absorbe que des matières solides, sable ou débris de coquilles ; aussi le voyons-nous acquérir chez les *Spatangues* des parois beaucoup plus épaisses, et se fixer à la face interne du

test par des brides mésentériques solides qui maintiennent en position les circonvolutions de l'intestin toujours rempli de substances assez lourdes.

Enfin un perfectionnement important qui caractérise le tube digestif des Spatangues, est la différenciation d'organes glandulaires particuliers, tels que le diverticulum et certaines glandes développées dans l'épaisseur même de ses parois, organes qui n'existaient pas encore chez les oursins réguliers.

STRUCTURE DES PAROIS DU TUBE DIGESTIF. — Les parois du tube digestif offrent une structure identique chez tous les Spatangides que j'ai étudiés : cette structure d'ailleurs se rapproche beaucoup de celle que nous avons trouvée chez les Réguliers. Sur une coupe transversale de l'intestin (pl. IV, fig. 21, 22, 23), on rencontre, en allant de l'extérieur à l'intérieur, un épithélium externe, une couche conjonctive, une couche musculaire, une deuxième couche conjonctive, une membrane élastique, et enfin un épithélium interne. Quelques-unes de ces couches conservent le même caractère sur toute la longueur de l'intestin; d'autres, la couche conjonctive et l'épithélium interne, par exemple, offrent des caractères différents suivant les régions auxquelles elles appartiennent, différences en rapport avec l'existence ou l'absence de vaisseaux dans ces régions.

Les couches épithéliales et conjonctives externes présentent les mêmes caractères que chez les Oursins : les cellules épithéliales sont petites et granuleuses, munies de cils vibratiles; la lame conjonctive sous-jacente est toujours très mince, et les fibrilles qui la constituent sont lâches et peu abondantes.

COUCHES MUSCULAIRES. — Au-dessous du tissu conjonctif, on trouve des fibres musculaires circulaires, puis des fibres longitudinales ayant à peu près la même épaisseur. La couche transversale est cependant un peu plus développée. Ces fibres sont surtout très nombreuses dans les parois de l'œsophage et du rectum. Elles présentent le même développement dans la première et dans la deuxième courbure, et je n'ai jamais pu constater les différences indiquées par Hoffmann relativement à l'épaisseur des couches musculaires dans certaines régions. Les fibres sont généralement fort longues, minces et possèdent un noyau nettement limité; sur des préparations fixées par l'acide osmique et traitées ensuite par l'alcool, ou l'acide chromique, elles ne se présentent pas toujours avec les caractères ordinaires des fibres musculaires, mais apparaissent le plus souvent sous forme de fibres raides, à contours fortement accentués, se colorant difficilement par le picro carmin : elles rappellent, en un mot, les fibres élastiques et d'autant mieux qu'on n'y aperçoit pas de noyau. Mais, en traitant les morceaux du tube digestif par une solution d'acide chromique au 4/1000 dans l'eau de mer

pendant vingt-quatre heures, puis par une même solution dans l'eau douce pendant le même temps, enfin par l'alcool, et colorant ensuite par le carmin de Grenacher (carmin au borax), on obtient des préparations où les caractères des fibres musculaires sont alors très nets, et qu'on peut dissocier après un court séjour dans l'alcool au tiers. On trouve alors, si la coloration n'a pas été poussée trop loin, des noyaux fortement colorés en rouge qui tranchent nettement sur la fibre restée plus pâle (fig. 25). Les fibres n'ont plus les contours, si fortement accusés, qu'elles offraient dans les préparations traitées à l'acide osmique; ces contours sont moins réguliers, plus sinueux; les fibres, renflées en certains points et rétrécies en d'autres, présentent enfin tous les caractères de véritables fibres musculaires. Du reste, cette différence d'aspect qu'affecte la fibre musculaire, suivant qu'elle est fixée en extension ou en contraction, n'est pas particulière aux Oursins, mais a déjà été observée chez divers Invertébrés.

COUCHE CONJONCTIVE INTERNE. — Elle constitue généralement la couche la plus épaisse de l'intestin, et c'est dans son épaisseur que viennent se ramifier les nombreux capillaires du tube digestif: aussi est-il préférable de l'étudier d'abord dans les régions qui ne reçoivent pas de vaisseaux, la courbure supérieure par exemple, car c'est dans ces régions qu'elle est le mieux développée. Elle est constituée par deux assises distinctes: on trouve, en effet, sur les coupes transversales, une couche externe faisant suite aux muscles longitudinaux, qui apparaît dans la plupart des préparations comme une zone mince, homogène, très réfringente, ayant l'aspect d'une bande brillante, uniforme; mais sur des pièces qui ont été soumises à l'action de l'alcool, on reconnaît qu'elle est formée de fibrilles conjonctives légèrement ondulées, très fines, et serrées les unes contre les autres (fig. 22 et 23, *Ce*). Cette assise ne renferme pas les cellules conjonctives ni les granulations qu'on rencontre dans le reste de la couche. Elle s'observe sur toute l'étendue du tube digestif, sauf dans l'œsophage, où il n'existe pas de fibres conjonctives à direction transversale. La couche interne (*F*), beaucoup plus épaisse que la précédente, est constituée par des fibrilles minces entre-croisées dans tous les sens, formant une couche lâche qui renferme de nombreuses cellules de tissu conjonctif, des amas de pigment rouge ou jaune, et quelques masses protoplasmiques (*G*), à contours irréguliers, paraissant être des cellules amiboïdes. Les granulations de pigment sont principalement abondantes dans le tissu conjonctif de l'œsophage et de la courbure supérieure, mais on les rencontre également sur toute la longueur du tube digestif. Cette couche conjonctive lâche est particulièrement développée dans les portions dépourvues de vaisseaux; dans les régions vascularisées (face dorsale de la courbure inférieure par exemple), elle renferme des capillaires si nombreux qu'elle disparaît presque complètement et n'apparaît plus,

sur les coupes, que dans les interstices très étroits qui les séparent; jamais les vaisseaux ne pénètrent dans la zone externe, à fibres transversales (fig. 23). La lumière des capillaires est obstruée par du sang coagulé, c'est-à-dire par une masse grisâtre ou brune, finement granuleuse, ne se colorant pas par les réactifs, renfermant des corpuscules du sang en plus ou moins grande quantité. Les parois de ces capillaires sont formées par la couche conjonctive elle-même, mais elles possèdent un revêtement endothélial qui permet de les faire considérer comme des capillaires véritables, et non comme de simples lacunes creusées dans le tissu conjonctif. Comme je le ferai remarquer lorsque j'étudierai la structure des vaisseaux, il arrive souvent que les corpuscules sanguins emprisonnés dans le coagulum se fixent de préférence contre la paroi du capillaire. On pourrait être tenté de considérer ces cellules comme formant l'endothélium véritable, si un examen plus approfondi ne laissait reconnaître facilement leur nature réelle.

En dehors de la couche conjonctive, se trouve une membrane élastique très mince qui supporte l'épithélium et qui ne présente pas de caractères particuliers (*El*).

COUCHE ÉPITHÉLIALE. — L'épithélium qui tapisse la face interne du tube digestif est très développé surtout dans les régions qui reçoivent des vaisseaux. On reconnaît sur les coupes (fig. 21, 22, 23 *E*) qu'il est formé par plusieurs rangées de cellules, très petites à la base et devenant plus longues et plus grosses à mesure qu'on se rapproche de la surface libre de la couche épithéliale. Les cellules superficielles peuvent atteindre une longueur considérable (fig. 26). Elles possèdent toutes un gros noyau très granuleux. Leur protoplasma est presque homogène, très finement granuleux, et jamais on ne rencontre ces granulations si marquées qui existent chez les Oursins réguliers. C'est sur la face dorsale de la courbure inférieure, chez le Spatangue, et d'une façon générale dans toutes les régions vascularisées, que l'épithélium atteint son maximum de développement et que les cellules offrent les plus grandes dimensions; dans les autres régions, la couche conserve la même apparence, mais son épaisseur diminue notablement et les cellules y sont toujours plus petites; l'épithélium qui tapisse l'œsophage et le rectum est peu développé. Il y a donc une relation constante entre la forme et le développement des cellules épithéliales et la présence de vaisseaux dans les parois du tube digestif: c'est aussi dans les régions qui reçoivent des vaisseaux que les cellules peuvent subir une modification particulière et se transformer en cellules à mucus dont il sera question tout à l'heure.

Sur toute la longueur de l'intestin, la surface interne de la couche épithéliale est limitée par une mince cuticule dépourvue de cils vibratiles.

STRUCTURE DU DIVERTICULUM. — Les parois du diverticulum présentent une structure assez différente de celle de l'intestin. Les couches musculaires y sont très peu développées; le tissu conjonctif est formé de fibrilles anastomosées, renfermant des cellules et des granulations de pigment : on y rencontre la coupe de nombreux capillaires. L'épithélium est formé, comme dans l'intestin, par plusieurs assises de cellules, mais les cellules superficielles ne sont pas limitées nettement vers l'intérieur. On voit, en effet, sur les coupes (pl. VI, fig. 38), qu'elles se continuent et se confondent dans une masse constituée tantôt par un magma granuleux, tantôt par un fin reticulum, au milieu duquel on distingue des noyaux, des amas de protoplasma, des débris de membranes cellulaires, en un mot, des restes de cellules tombées en dégénérescence. Ce magma, qui forme une couche plus ou moins épaisse, n'est autre chose qu'une partie de la sécrétion brune qui remplit le diverticulum, restée adhérente et fixée par les réactifs, contre la face interne de sa paroi. Il est facile de s'assurer, en étudiant la couche épithéliale, depuis la base où les cellules sont très distinctes, jusqu'au point où l'on ne trouve que des débris granuleux, que les cellules superficielles subissent une dégénérescence et tombent en déliquium, et que c'est bien à leurs dépens que se forme le liquide du diverticulum, lequel est versé dans l'intestin et doit jouer dans les phénomènes de la digestion un rôle important, si l'on en juge par le développement de l'organe qui le sécrète.

GLANDES DE L'INTESTIN. — Le diverticulum n'est pas le seul organe de sécrétion que possède le tube digestif des Oursins irréguliers; on trouve, en effet, dans l'épaisseur des parois de l'intestin, et cela chez tous les genres, deux sortes de glandes particulières. Il existe d'abord dans toutes les parties de la courbure inférieure qui reçoivent des vaisseaux, de nombreuses cellules à mucus, situées au milieu des cellules épithéliales, apparaissant sous forme d'espaces clairs, ne se colorant jamais par le picrocarmin, et qui, vues à un assez fort grossissement, montrent une membrane d'enveloppe et un contenu hyalin, transparent, très finement granuleux. Les caractères et la situation de ces éléments doivent les faire considérer comme des cellules épithéliales qui se sont transformées en cellules à mucus et qui s'ouvriront ultérieurement dans l'intestin. Du reste, l'existence de semblables éléments dans le tube digestif est un fait assez fréquent chez différents animaux.

D'autres organes glandulaires beaucoup plus parfaits se rencontrent au commencement de la courbure inférieure, dans la région comprise entre l'extrémité de l'œsophage et le premier orifice du siphon. Ce sont de véritables glandes composées, en forme de poires ou de bouteilles situées dans l'épaisseur du tissu conjonctif sous-jacent à l'épithélium; bien qu'elles n'occupent qu'un espace relative-

ment restreint, elles sont fort nombreuses, car elles sont très serrées et souvent superposées. Elles présentent une partie glandulaire proprement dite, sphérique, renfermant de longues cellules, à noyau très apparent, à protoplasma finement granuleux, qui se dirigent en rayonnant du centre à la périphérie, et un col allongé, tapissé par de petites cellules, qui vient s'ouvrir à la surface de la couche épithéliale. Lorsque les glandes ont été divisées par le rasoir exactement suivant leur axe, ce qui n'est pas le cas le plus général, on peut y distinguer une cavité centrale qui se continue avec la lumière du col, et renfermant une matière légèrement granuleuse qui n'est autre chose que la sécrétion de la glande coagulée par les réactifs (fig. 21, *Gl*).

Ces glandes n'existent dans aucune autre portion de l'intestin : je l'ai coupé sur toute sa longueur sans jamais les rencontrer ailleurs. Elles s'observent dans la même région et présentent les mêmes caractères chez l'*Echinocardium*, le *Brissus*, le *Schizaster* et la *Brissopsis*, du moins autant que j'ai pu en juger, chez ces trois derniers types, par les échantillons conservés dans l'alcool que j'avais à ma disposition. Elles ne correspondent pas évidemment aux glandes qu'Hoffmann figure pl. VII, fig. 52 et qu'il a trouvées au voisinage de l'orifice du diverticulum (dans le dernier tiers de l'estomac); j'ai recherché ces glandes dans cette région avec plus de soin que partout ailleurs, et je n'ai jamais rencontré que les cellules à mucus dont je parlais plus haut. Je ne m'explique pas la nature des éléments que l'auteur représente dans cette figure, à moins qu'il ne s'agisse d'un amas de noyaux appartenant aux cellules épithéliales et réunies en une masse plus ou moins compacte, comme j'en ai rencontré sur différentes portions du tube digestif qui n'avaient été soumises qu'à l'action de l'acide chromique. Du reste, je pourrais répéter ici les remarques que je faisais à propos du tube digestif des Oursins, sur les résultats auxquels Hoffmann est arrivé dans ses recherches histologiques. Chez le *Spatangue*, comme chez les Oursins, il a pris l'épithélium pour une couche conjonctive riche en cellules et très pauvre en fibres, et qu'il décrit comme « eine Drüsenschicht fast ganz ohne Fasern, zum grösten Theil nur aus Zellen » gebildet, welche in einer sehr sparsamen hyalinen Grundsubstanz liegen. » Les cellules glandulaires qu'il y a trouvées ne sont autre chose que les noyaux des cellules épithéliales dont les contours avaient disparu, altérées qu'elles étaient par un réactif insuffisant pour les conserver. Ceci explique pourquoi il n'a pas vu les cellules à mucus de l'intestin, ni les modifications que subissent les cellules épithéliales du diverticulum; il dit, en effet, en parlant du diverticulum : « Die Drüsenschicht ist gelblich gefärbt und besteht aus denselben zelligen Elementen, wie sie im Anfangstheil des Dickdarmes auch vorkommen »

STRUCTURE DU SIPHON. — Le siphon présente une structure différente suivant

que l'on étudie sa portion libre ou sa portion accolée à la courbure inférieure. Dans cette dernière partie, le siphon dont la coupe est cylindrique, présente une mince paroi formée en allant de l'extérieur à l'intérieur, d'une couche épithéliale externe vibratile, d'une couche conjonctive peu développée, d'une couche à fibres musculaires transversales (mais sans fibres longitudinales), d'une couche conjonctive offrant une assise externe à fibres transversales et une assise interne à fibres longitudinales renfermant de nombreuses granulations de pigment, et enfin d'un épithélium interne renfermant des cellules allongées et à noyau volumineux. Hoffmann nie l'existence des fibres musculaires dans les parois du siphon; j'y ai cependant trouvé d'une façon constante une couche musculaire, peu développée à la vérité, mais cependant très reconnaissable. Dans sa portion libre, le siphon possède des parois très épaisses et sa coupe a la forme d'un triangle isocèle; sa lumière a également une forme triangulaire. L'épaisseur des parois n'est pas la même sur les trois faces: la face tournée vers le commencement de la courbure inférieure et qui forme la base du triangle, ne présente en effet qu'une couche de tissu conjonctif ordinaire, tapissée sur ses deux faces par des cellules épithéliales, tandis que les deux faces supérieure et inférieure sont renforcées par une lame épaisse de tissu gélatineux interposé entre la couche conjonctive et l'épithélium interne, lame qui s'amincit à mesure qu'elle se rapproche de la base du triangle, de façon à donner l'aspect qui a été figuré par Hoffmann dans sa Pl. VII, fig. 54, b. Ce tissu conjonctif gélatineux présente (Pl. IV, fig. 27) une masse fondamentale homogène, dans laquelle sont plongées de nombreuses cellules conjonctives, envoyant dans toutes les directions des prolongements très fins et anastomosés. La couche conjonctive externe est très mince; l'épithélium interne a les mêmes caractères que dans la région accolée au tube digestif.

Ces modifications dans la structure des parois du siphon sont assez curieuses et il est difficile d'en donner l'explication. Hoffmann fait remarquer que le tube digestif étant rempli de sable, pourrait facilement comprimer les parois du siphon et en fermer complètement la lumière si ces parois ne présentaient pas une résistance suffisante; dans la région accolée à la courbure inférieure, cette compression ne peut avoir lieu, aussi le tissu gélatineux n'y est-il pas représenté. Mais si l'on songe que les circonvolutions du tube digestif sont maintenues fixes à l'aide de feuilletés mésentériques très résistants, on comprendra difficilement qu'elles puissent comprimer le siphon; et d'ailleurs, en supposant même que le poids du sable qu'elles renferment tend à modifier leur position, la pression qu'elles pourraient exercer sur le siphon ne serait certainement pas bien considérable, car il faut tenir compte du liquide de la cavité générale et de la diminution de poids relatif qu'il leur fait subir. Du reste, les parois de la première portion du

siphon sont fort peu épaissies chez le Brissus, et elles sont très minces chez la Brissopsis.

J'ajouterai encore quelques mots sur la structure des feuillets mésentériques. Ils sont constitués par une lame de tissu conjonctif, formée de fibres très denses et très serrées, tapissée sur ses deux faces par de petites cellules vibratiles, lame qui se continue avec la couche conjonctive externe du tube digestif et, au niveau de ses points d'attache, avec la membrane interne du test. Ils présentent ceci de particulier qu'au moment où ils viennent s'insérer sur le tube digestif, leurs deux faces se renforcent par des fibres musculaires parallèles à l'axe de l'intestin ; nous observerons un fait analogue à propos des vaisseaux.

~~~~~

## SYSTÈME NERVEUX.

---

Le système nerveux des Echinides n'est connu avec certitude que depuis assez peu de temps, et son existence a même été controversée pendant ces dernières années. Les opinions des différents anatomistes qui se sont occupés de cette question ont été résumées et discutées, en 1872, par Baudelot qui ajouta aux descriptions de ses devanciers des faits anatomiques et des détails de structure très précis. On sait que Tiedemann, le premier, avait indiqué l'existence d'un anneau pentagonal entourant l'ouverture buccale des Oursins réguliers et envoyant des branches dans les zones ambulacraires, mais les descriptions de Tiedemann ne reposent que sur des idées théoriques et non sur des observations anatomiques. Ses vues hypothétiques furent confirmées par Van Beneden et surtout par Krohn qui, dans un travail publié en 1841, détermina les dispositions exactes du système nerveux et en donna d'excellentes figures auxquelles ses successeurs ne trouvèrent que peu de choses à ajouter.

Peu de temps après la publication du mémoire de Krohn, Agassiz émit des doutes sur la signification qu'on devait donner aux filets décrits auparavant comme nerveux, en se fondant surtout sur la différence de rapports qu'affecterait avec les pièces calcaires des ambulacres, la bandelette nerveuse chez les Oursins et chez les Astéries, objection qui fut combattue par Duvernoy (1) d'abord et par Müller (2). Ensuite, en 1866, M. Vulpian (3) fut conduit, par ses expériences physiologiques, à admettre l'existence du système nerveux chez les Astéries; mais il pensait néanmoins que « le fait même de l'existence du système nerveux, tel qu'il a été décrit par les précédents auteurs, pourrait être mis en doute. »

---

(1) DUVERNOY. *Mémoire sur quelques points de l'organisation des Echinodermes.* — Mém. Ac. Sc. Paris 1849.

(2) MÜLLER. *Anatomische Studien über die Echinodermen.* — Archiv. f. Anat. und Phys. 1850.

(3) VULPIAN. *Leçons sur la physiologie du système nerveux.* — Paris 1866.

Baudelot confirme de tous points, sur les Echinides, les recherches de Krohn, qu'il a vérifiées facilement en laissant macérer le test des Oursins dans de l'acide azotique dilué; il démontre qu'il existe, principalement dans la région externe des bandelettes nerveuses, de nombreuses cellules apolaires, unipolaires et bipolaires, et reprend la question posée par Agassiz : Les organes décrits comme appartenant au système nerveux sont-ils bien les représentants de ce système ? Les dispositions anatomiques qui ont été décrites au sujet de ce système, et dont Baudelot a vérifié l'exactitude, sont bien en rapport, dit-il, avec l'idée qu'on peut se faire du système nerveux d'un animal rayonné; mais on ne peut *a priori*, étant donnée une cellule ou une fibre appartenant à une partie considérée comme nerveuse, dire s'il s'agit bien réellement d'un élément nerveux. Les expériences physiologiques entreprises par Baudelot l'amènent bien à conclure à l'existence d'un système nerveux, mais ne lui permettent pas de dire avec certitude si le pentagone péribuccal et les branches qui en partent correspondent bien réellement au système nerveux. Il pense que cette question est loin d'être éclaircie et qu'elle nécessite de nouvelles recherches.

L'étude du système nerveux fut reprise en 1876 par Frédéricq qui décrit avec plus de soin que ses prédécesseurs le trajet et la terminaison des nerfs et entreprit une série d'expériences sur la physiologie de ce système. Le résultat de ses recherches, plus complètes que celles qui avaient été entreprises par Baudelot, lui permit de conclure que le système décrit par Krohn est bien réellement le système nerveux; qu'il n'existe pas chez les Oursins de centre nerveux spécial, mais que les différentes portions du système nerveux peuvent fonctionner séparément et que le pentagone nerveux permet simplement la coordination des mouvements. J'aurai peu de choses à ajouter au mémoire de Frédéricq.

On sait que le système nerveux des Oursins réguliers comprend un anneau pentagonal, immédiatement appliqué contre la face interne de la membrane buccale, entourant l'origine du pharynx, et envoyant dans les zones ambulacraires cinq nerfs qui se terminent au niveau des plaques oculaires. L'anneau nerveux qu'on aperçoit très difficilement sur les animaux frais, à cause de son adhérence intime aux pièces de l'appareil masticateur, se laisse isoler avec la plus grande facilité sur des animaux qu'on a fait macérer dans l'acide azotique au cinquième, suivant la méthode indiquée par Baudelot. Les cinq troncs nerveux ambulacraires sont entourés d'une gaine conjonctive tapissée de cellules épithéliales dont il sera question à propos du système circulatoire, et que je ne puis considérer comme un vaisseau proprement dit. Cette enveloppe ne se continue pas sur le nerf au-delà du cercle péristomien : si l'on pousse une injection dans cet espace périnervien, on voit la matière s'échapper constamment au point où le nerf passe sous les auricules et se répandre dans la cavité générale.

De chaque angle du pentagone péri-buccal naissent les nerfs ambulacraires dont le calibre est à peu près le même que celui du pentagone, et augmente sitôt qu'ils ont traversé les auricules; ils conservent la même épaisseur jusqu'au niveau du milieu de la zone ambulacraire, puis diminuent graduellement d'épaisseur et s'éteignent en arrivant au pore oculaire, sans émettre des troncs qui traverseraient ce pore pour se ramifier sur la surface externe du test. La face interne de cette bandelette est, comme la face supérieure de l'anneau péri-buccal, divisée en deux moitiés par un sillon longitudinal peu profond. Du bord interne de cet anneau naissent, au niveau de chaque angle, deux petits filets qui montent le long du pharynx avec les cinq paires de faisceaux ligamenteux qui accompagnent ce canal. Ces nerfs ont été décrits pour la première fois par Frédéricq; leur dissection assez pénible à cause de leur finesse est de beaucoup facilitée par l'emploi de l'acide azotique. Il est probable qu'ils se rendent dans les muscles de la lanterne.

Au niveau du point où les vaisseaux ambulacraires envoient leurs branches à la vésicule correspondante, la bandelette nerveuse abandonne un rameau qui suit le bord externe de la vésicule, et arrive au tentacule par celui des deux pores correspondant au tentacule qui est le plus rapproché de la ligne médiane, ainsi que l'a montré Frédéricq. Ce nerf pénètre dans l'épaisseur des parois du tentacule, qu'il suit sur toute sa longueur, pour se terminer immédiatement au-dessous de la ventouse en un petit renflement. Il est facile de constater le trajet et la terminaison du nerf en observant chez une espèce à pigmentation peu développée, l'*Echinus acutus*, par exemple, soit un tentacule vivant où le nerf se distingue par sa couleur brunâtre, soit un tentacule fixé en extension et coloré au picrocarmin où le nerf apparaît sous forme d'un ruban un peu plus coloré que les tissus propres du tentacule. Sur les coupes transversales, on reconnaît également la coupe du nerf sous forme d'un amas très finement granuleux offrant sur sa périphérie un certain nombre de cellules nerveuses.

Sur les coupes transversales d'un nerf ambulacraire, on reconnaît que la bandelette nerveuse présente deux régions distinctes: une partie interne presque exclusivement composée de fibres, et une partie externe cellulaire. La région interne présente un nombre considérable de petits points très rapprochés et très serrés qui correspondent chacun à la coupe d'une fibre nerveuse; on rencontre au milieu de ces fibres quelques rares cellules nerveuses. La région externe, en rapport avec la face interne du test, renferme un grand nombre de cellules petites, à noyaux apparents, très serrées vers la périphérie, et devenant de plus en plus espacées à mesure qu'on se rapproche de la partie centrale. Il n'y a donc pas de limite absolument tranchée entre les deux régions fibreuse et cellulaire.

Les caractères des fibres nerveuses ne se laissent pas définir sur les coupes: il

faut pour les étudier recourir aux dissociations. Un procédé très avantageux consiste à traiter le nerf par une solution d'acide chromique au 4/1000 dans l'eau de mer pendant quelques heures, puis par une solution d'acide chromique dans l'eau distillée, enfin par l'alcool, et colorer au carmin de Grenacher. Les éléments se laissent facilement dissocier, et les cellules nerveuses se montrent avec les caractères suivants. Le noyau volumineux est très granuleux et fortement coloré en rouge, le protoplasma cellulaire incolore est rempli de fines granulations, la membrane d'enveloppe est très mince (Pl. VI, fig. 45). La plupart des cellules possèdent un, deux, ou quelquefois trois prolongements; il est rare de trouver des cellules qui en soient dépourvues. Je n'ai jamais remarqué que les cellules nerveuses fussent toutes bipolaires, et que leurs prolongements fussent disposés d'une façon aussi régulière que l'a figuré Frédéricq. Quant aux fibres nerveuses, elles ressemblent à celles de tous les invertébrés: elles sont très fines, très pâles, peu distinctes les unes des autres, et elles se colorent difficilement par les réactifs ordinaires.

La structure du système nerveux est identique dans les nerfs ambulacraires et dans le pentagone péribuccal. Dans les filets nerveux qui se rendent aux tentacules, nous retrouverons toujours la même distinction entre une portion fibreuse et une portion cellulaire: seulement ici les cellules sont groupées tout autour de la portion fibreuse.

Le renflement qui termine le nerf ambulacraire présente de nombreuses cellules nerveuses; il est fort probable que de nombreux filets partent de ces cellules et constituent, au-dessous de la couche épithéliale de la ventouse, un plexus nerveux très riche en cellules. Il est certain que ces nerfs, au moment où ils viennent de traverser le test, abandonnent un certain nombre de rameaux, et que ceux-ci se ramifient dans l'épaisseur de la couche conjonctive qui tapisse la face externe du test. Jusqu'à présent, je n'ai pas été plus heureux que Frédéricq, et il ne m'a pas été possible d'apercevoir ce réseau nerveux: les préparations faites soit à l'acide osmique, soit à l'acide chromique, soit au chlorure d'or, ne m'ont donné aucun résultat satisfaisant. Cependant un réseau analogue à celui que Lovén a figuré chez les Spatangides doit exister chez les Oursins. On sait, en effet, que des morceaux du test d'un oursin peuvent vivre pendant longtemps, et que les piquants et surtout les pédicellaires continuent à manifester une vive sensibilité lorsqu'ils ont été détachés du test. Les radioles peuvent encore se mouvoir, faiblement il est vrai, alors que les organes internes sont déjà dans un état de putréfaction assez avancée et que le liquide de la cavité générale exhale une odeur repoussante. Ces faits ne peuvent s'expliquer que par l'existence d'un plexus nerveux, constitué par des fibres et des cellules, occupant toute la couche conjonctive superficielle.

Frédéricq relate un certain nombre d'expériences physiologiques qu'il a entreprises sur les oursins et que j'ai répétées à diverses reprises. Ces expériences montrent qu'il n'existe pas chez ces êtres de région nerveuse centrale, et que les nerfs ambulacraires peuvent fonctionner séparément comme centres distincts. Il est facile de couper les nerfs ambulacraires un peu après leur sortie du pentagone péribuccal, à l'aide d'incisions pratiquées sur la membrane buccale ; à la suite de cette opération, les tentacules et les piquants se meuvent aussi rapidement qu'auparavant, mais l'oursin a perdu la faculté de coordonner ses mouvements : les tentacules s'agitent dans tous les sens, mais l'animal reste toujours dans la même position ; si on le retourne sur le dos, il ne peut reprendre sa position normale.

Il est inutile de s'arrêter sur les diverses expériences qu'on peut faire à ce sujet (section des nerfs à différents niveaux, excitation galvanique, etc.), qui sont rapportées dans le mémoire de Frédéricq. Elles montrent, dans tous les cas, que les organes considérés depuis Krohn comme un système nerveux appartiennent bien réellement à ce système, résultat qui, du reste, était prévu d'avance.

Il y a peu de choses à dire sur les organes des sens des Oursins. Le sens le plus développé chez ces animaux est le sens du toucher : les tubes ambulacraires qui servent à la locomotion doivent être, en effet, des organes de tact probablement très parfaits, vu leur richesse en fibres et en cellules nerveuses. Les sphéridies peuvent être également considérées comme des organes des sens, dont il est difficile de déterminer la nature ; Lovén pense que ce sont des organes du goût. Quant à la tache pigmentaire que Valentin avait trouvée sur la plaque oculaire et qu'il considérait comme un organe de vision, on sait depuis longtemps qu'elle n'existe pas, et qu'il ne saurait être question maintenant d'un sens de la vision chez les Oursins.

SPATANGIDES. — Les détails que je viens de donner sur le système nerveux des Oursins me permettront de décrire rapidement le système nerveux des Spatangues. Le pentagone nerveux qui entoure la bouche est immédiatement appliqué contre le test et a la même forme que les anneaux péribuccaux. Chez le Spatangue, ses deux côtés latéraux sont plus petits que les côtés antérieurs et que le côté postérieur, légèrement convexe. Chez les espèces dont le péristome est large, le pentagone nerveux tend à prendre une forme plus régulière, les deux côtés latéraux devenant presque aussi longs que les côtés antérieurs. La recherche de cet anneau est beaucoup plus facile que chez les Oursins : il suffit d'enlever la membrane qui recouvre la lèvre supérieure pour l'apercevoir sous forme d'un mince cordon brunâtre très distinct des vaisseaux adjacents. Des cinq angles du

pentagone partent des nerfs qui se rendent dans les zones ambulacraires. Comme chez les Oursins, ils sont renfermés dans un espace dépendant de la cavité générale, et envoient de distance en distance des rameaux obliques qui sortent par les pores ambulacraires pour se rendre dans les tentacules. Au lieu de présenter un sillon sur le milieu de leur face interne, ces bandelettes nerveuses sont, au contraire, renflées dans leur portion médiane et amincies sur les bords (Pl. V, fig. 35 N).

Les nerfs qui montent à l'intérieur des tentacules ne présentent pas de renflements à leur extrémité. On ne peut les suivre sur les coupes que jusqu'à une certaine distance. En s'approchant de l'extrémité du tentacule, le nerf doit se diviser en un grand nombre de rameaux qui se rendent dans les houppes terminales de ces tubes jusque dans leurs extrémités renflées, et entrent fort probablement en connexion avec les cellules épithéliales particulières qui forment ces renflements.

La structure des éléments nerveux est la même chez les Spatangues que chez les Oursins.

Lovèn a figuré le plexus nerveux superficiel d'une *Brissopsis lyrifera* ; je n'ai jamais pu, pas plus que chez les Oursins, constater l'existence d'un tel plexus. Du reste, les mêmes faits qui expliquent l'existence de ce plexus chez les Oursins, s'observent aussi chez les Spatangues, où des morceaux de test isolés et des pédicellaires détachés continuent à manifester pendant longtemps une grande sensibilité.

J'ai pratiqué chez les Spatangues la section des nerfs ambulacraires ; mais les expériences ne conduisent à aucun résultat concluant, les fonctions de locomotion étant extrêmement réduites chez ces animaux puisqu'ils restent généralement immobiles.

Les organes des sens ne sont pas plus développés chez les Spatangues que chez les Oursins. Les tubes ambulacraires peuvent être considérés comme des organes du toucher, et c'est même la seule fonction qu'ils doivent remplir, puisqu'ils ne servent pas à la locomotion. Il est facile de voir de jeunes Spatangues, dont les mouvements sont plus actifs que ceux des individus adultes, placés dans les cristallisoirs, étendre leurs tubes péri-buccaux dans toutes les directions et les appliquer contre les parois du vase. On voit aussi les *Echinocardium* étendre les longs tentacules qu'entoure la fasciole infra-anale, à l'aide desquels ils semblent pouvoir reconnaître la nature des corps voisins. Ainsi que chez les Réguliers, les sphéridies des Spatangues ont été considérées par Lovèn comme des organes d'un sens particulier.

## GLANDES GÉNITALES.

---

Les glandes génitales occupent chez les Oursins les zones interambulacraires, et sont chez le même individu à peu près de même forme et de même dimension; cependant, on observe que la glande qui occupe l'interradius 5, d'après la notation de Lovén, est toujours un peu moins développée que les quatre autres. Elles s'étendent généralement sur presque toute la longueur de la zone ambulacraire : tel est le cas pour les *Dorocidaris*, *Arbacia*, *Strongylocentrotus* et *Sphærechinus*. Chez le *Psammechinus*, les glandes génitales sont reportées vers le pôle apical, de telle sorte qu'on ne les aperçoit pas le plus souvent, l'animal étant ouvert par la face ventrale, tant qu'on n'a pas enlevé le tube digestif; et elles présentent de plus ceci de particulier, qu'elles se réunissent toutes cinq en un anneau très épais qui entoure l'extrémité du rectum, et qui n'est ouvert que du côté du radius 1, le long duquel est étendu le rectum. Leurs portions interambulacraires proprement dites sont très peu étendues, et on pourrait même dire avec plus de raison, qu'elles sont simplement des expansions coniques que cet anneau périanal envoie dans les zones interambulacraires. Les glandes génitales atteignent chez le *Sphærechinus* le minimum de leur développement : elles sont réduites à de simples bandes linéaires, fort peu épaisses même à l'époque de la maturité sexuelle; en dehors de cette époque, c'est à peine si elles sont indiquées dans chaque zone par une petite traînée brunâtre, où l'on aperçoit à la loupe, les culs-de-sac glandulaires flétris et atrophiés. Je n'ai jamais vu les glandes génitales d'un *Sphærechinus*, même sur des échantillons de très grande taille, atteindre l'épaisseur d'un centimètre. Chez les *Dorocidaris*, *Arbacia* et *Strongylocentrotus*, elles sont toujours fort grosses, même en dehors de l'époque de la reproduction; elles ont la forme d'un prisme triangulaire qui se moule par sa face convexe sur la concavité du test, et dont les autres faces sont en rapport avec les courbures du tube digestif. Chez l'*Echinus*, elles sont reportées à la partie supérieure du test et ne dépassent pas généralement le milieu de la zone interradiale; par contre, elles sont très grosses et globuleuses.

Les glandes génitales des Oursins sont des glandes en grappe, constituées par des culs-de-sac distincts qui se réunissent dans des canaux de second ordre,

lesquels forment un canal excréteur commun qui débouche à l'extérieur par le pore génital. C'est sur toute la longueur de ces culs-de-sac que se développent les éléments génitaux, ovules ou spermatozoïdes, aux dépens des cellules épithéliales qui les tapissent.

Il n'existe pas, on le sait, de différences extérieures qui permettent de distinguer les mâles des femelles ; l'examen seul des produits permet de les reconnaître, et en dehors de l'époque de la reproduction, il est impossible de distinguer le sexe. Chez les *Strongylocentrotus*, les testicules sont généralement roses, tandis que les ovaires sont jaunes. Chez les *Psammechinus*, les glandes mâles sont plus petites et plus fortement colorées en brun que les ovaires, dont la couleur est la même que chez les *Strongylocentrotus*. Chez les autres espèces, il n'existe pas de différences dans la coloration des glandes génitales.

On sait que chez les Oursins les organes génitaux entrent en activité à des époques fixes pour une espèce déterminée, mais généralement variables chez les différents genres. Cependant, au mois de mars et d'avril, j'ai trouvé la plupart des espèces de Marseille en pleine activité sexuelle. Les *Strongylocentrotus* sont déjà aptes à la reproduction à partir du mois de septembre, époque à laquelle ils deviennent comestibles, jusqu'au mois d'avril ; mais il n'est pas rare de rencontrer à toute époque de l'année des individus dont les glandes sont remplies d'ovules et de spermatozoïdes.

Chez les *Spatangides*, le nombre des glandes génitales ne dépasse jamais le chiffre quatre : la glande postérieure, celle qui appartient à l'interradius 3, a disparu, et sa place est occupée par le rectum. Chez les types qui possèdent quatre glandes génitales, on remarque toujours que la paire antérieure est la moins développée, et que, des deux glandes antérieures, celle qui occupe l'interradius 5 est constamment très petite. C'est ce qui arrive chez le *Spatangue*, l'*Echinocardium* et la *Brissopsis* ; chez le *Brissus*, elle a même complètement disparu. Enfin chez le *Schizaster*, les deux glandes postérieures seules se sont conservées, il n'y a même plus trace de la paire antérieure. (Pl. II, fig. 12).

La forme des glandes génitales chez les Oursins irréguliers est globuleuse. Ce sont, comme chez les Réguliers, des glandes en grappe dont les acini sont très distincts et d'un tissu beaucoup plus ferme que chez les Oursins. Si la distinction des sexes est jusqu'à un certain point possible chez ces derniers, il n'en est plus de même chez les Irréguliers, où la couleur des testicules et des ovaires est la même. Cette couleur, d'un rouge pourpre foncé chez le *Spatangue*, jaune chez l'*Echinocardium*, est due au développement considérable de pigment rouge ou aune dans l'épaisseur de leurs parois ; ce pigment ne s'est pas développé dans les glandes génitales du *Schizaster*, qui sont tout-à-fait incolores. L'époque de la reproduction n'arrive chez le *Spatangue* qu'au printemps, pendant les mois de

mars ou d'avril, et c'est à ce moment seulement qu'il est possible de distinguer les glandes mâles des femelles, suivant que le liquide qui s'en échappe est blanc, opaque comme du lait, ou ressemble à une gelée transparente renfermant les ovules.

La structure des glandes génitales est la même chez les Oursins et chez les Spatangues : chez les premiers, les parois de ces organes sont seulement plus minces et plus délicates que chez les Spatangues, mais les mêmes tissus existent chez les deux types, et s'y présentent avec les mêmes caractères. Une coupe transversale d'un ovaire de Spatangue (Pl. VI, fig. 43) présente, en allant de l'extérieur à l'intérieur, les couches suivantes : une couche épithéliale analogue à celle qu'on trouve sur la face externe de tous les organes renfermés dans la cavité générale, une couche conjonctive, une couche musculaire, et un épithélium interne. La couche conjonctive présente des fibres externes à direction transversale (*c, t*), et des fibres internes à direction longitudinale (*c, l*) ; elle renferme de nombreuses granulations de pigment et des corpuscules de tissu conjonctif. La couche musculaire (*M*) ne renferme exclusivement que des fibres circulaires ; elle est toujours très développée. La couche épithéliale interne est la plus importante ; c'est aux dépens des cellules qui la constituent que se forment les ovules dont le développement est très simple. Les cellules qui, en dehors de l'époque de la reproduction, forment une couche n'ayant pas de caractère particulier, se multiplient activement lorsque ce moment est arrivé ; elles augmentent rapidement de volume, se détachent de la paroi de l'ovaire et tombent dans la cavité du tube, sous forme de grosses cellules à protoplasma très granuleux, offrant une vésicule germinative très claire, et une tache germinative foncée. Une fois que l'ovule est arrivé à maturité parfaite, les granulations du protoplasma deviennent beaucoup moins abondantes, en même temps que la vésicule et la tache germinative disparaissent complètement. Les ovules se développent de la même façon chez tous les Echinides.

Les testicules présentent dans leurs parois les mêmes couches que les ovaires : ils n'en diffèrent que par la destinée de leurs cellules épithéliales qui donneront naissance aux spermatozoïdes. Lorsqu'on observe, à l'état frais, le contenu des tubes testiculaires d'un Oursin ou d'un Spatangue à l'époque de la reproduction, on peut assez facilement se rendre compte des modifications que subissent ces cellules, et du mode de développement des spermatozoïdes. On trouve d'abord (Pl. VI, fig. 46) un grand nombre de cellules très finement granuleuses, dont on n'aperçoit pas le noyau ou plutôt dont le noyau occupe la cellule tout entière (*a*). Ces cellules ne doivent pas correspondre aux cellules épithéliales des tubes, mais résultent fort probablement d'une segmentation préalable de ces dernières ; j'ai, en effet, rencontré, assez rarement il est vrai, ces cellules plus petites réunies par

groupes réguliers de 4 ou de 8 ayant l'aspect de groupes de cellules qui viennent de subir une segmentation, ce qui laisse supposer qu'il existe chez les Echinides une première génération analogue à celle qui a été découverte tout récemment par M. Sabatier chez les Annélides. Ces spermatospores ne tardent pas à devenir des morula (*b*, *c*, *d*) renfermant un nombre considérable de petits noyaux dont chacun deviendra un spermatozoïde, et qui constituent ainsi la deuxième génération. La transformation du spermatospore en morula ne s'opère pas à la suite d'une segmentation régulière, mais elle est le résultat d'une production endogène, à l'intérieur de la cellule mère, de noyaux qui se développent aux dépens du protoplasma de celle-ci, et qui, d'abord peu distincts et mal délimités (*b*), se différencient peu à peu et acquièrent des contours très nets (*c*, *d*). Je n'ai jamais observé que la queue du spermatozoïde se développât en ce moment. Une fois que les noyaux de la morula se sont complètement développés, ils se séparent et se montrent tantôt isolés, tantôt réunis par groupes de quatre ou cinq (*d*, *e*). Ils ne tardent pas à acquérir des dimensions plus fortes tout en conservant leur forme sphérique; c'est alors que la queue du spermatozoïde fait son apparition et se forme par simple élongation du protoplasma du noyau. En même temps que la queue se développe, il se différencie à sa base un petit noyau brillant et très réfringent (*g*). Le développement du spermatozoïde est dès lors presque terminé. Il s'accroît encore un peu, la queue s'allonge, la tête prend la forme caractéristique (*h*) d'un ovoïde terminé en pointe; la tache brillante qui marque le point d'insertion de la queue persiste, et se retrouve chez tous les spermatozoïdes complètement développés.

Tel est le mode de développement des spermatozoïdes chez le *Spatangus purpureus*, que j'ai étudié pendant le mois d'avril. D'après ce que j'ai observé à la même époque et au mois d'août chez le *Sphærechinus granularis*, les phénomènes se passent d'une façon identique chez les Oursins réguliers.

---

## SYSTÈME CIRCULATOIRE.

---

### OURSINS RÉGULIERS.

La circulation chez les Oursins réguliers a été l'objet d'un grand nombre de recherches de la part de plusieurs savants ; mais jusqu'en 1875, époque à laquelle M. Perrier publia son travail sur le système circulatoire des Oursins, on ne possédait que des données très vagues, et à beaucoup de points de vue, inexactes, sur cette question difficile.

On connaît la théorie que Valentin a donnée de la circulation de l'Oursin, théorie établie difficilement et quelquefois en désaccord avec les faits qu'il avait précédemment observés. Il existerait, d'après lui, deux cercles vasculaires autour de l'œsophage sur le plancher supérieur de la lanterne, et deux cercles vasculaires autour de l'anús ; l'un de ceux-ci serait en communication avec un des anneaux périœsophagiens par un canal vertical auquel est annexé le cœur. De l'autre cercle périœsophagien naît l'artère intestinale qui longe le bord de l'intestin et aboutit au deuxième cercle périanal ; de chacun des cercles vasculaires de l'anús naissent cinq vaisseaux ambulacraires, et le sang qui était arrivé par le vaisseau intestinal interne passe dans l'un des vaisseaux ambulacraires pour respirer dans les vésicules et les tubes ambulacraires, et vient par le deuxième vaisseau ambulacraire se jeter dans le deuxième cercle vasculaire anal. C'est de ce dernier que naît la veine intestinale ou vaisseau externe, laquelle envoie au test de nombreuses ramifications. De ces cercles œsophagiens partent aussi deux systèmes de vaisseaux, artères et veines, qui se ramifient dans les muscles de la lanterne.

On le voit, la circulation de l'Oursin, d'après les idées de Valentin, est fort difficile à comprendre. Les connexions qu'il suppose exister entre les quatre cercles qui entourent les deux extrémités de l'appareil digestif ne sont pas clairement établies, et après avoir parlé d'abord d'un seul cercle anal, il en suppose un second pour compléter sa théorie. Il n'y a pas lieu du reste de discuter, ni de réfuter la théorie de Valentin, qui en plusieurs points, est en complet désaccord avec les faits.

Valentin admettait deux systèmes circulatoires intestinal et ambulacraire distincts, quoique en communication l'un avec l'autre. Après lui, d'autres observateurs, Siebold et Gegenbaur, émettant en même temps des doutes sur l'exactitude des faits observés par Valentin, pensèrent qu'il y avait lieu de distinguer le système circulatoire proprement dit ou intestinal, du système ambulacraire.

Gegenbaur (1) dit du système circulatoire : Le système aquifère comprend les cinq vaisseaux ambulacraires qui se réunissent en un cercle œsophagien, auquel sont annexées les vésicules de Poli, et qui communique avec la plaque madréporique par le canal du sable. L'appareil circulatoire proprement dit est représenté par un cercle œsophagien distinct du précédent, mis en communication à l'aide d'un cœur tubulaire avec un cercle anal ; les deux anneaux émettent des ramifications rayonnantes. « Il ne peut être question d'une distinction entre un trajet artériel et veineux ; toute la disposition de l'ensemble paraît tendre plutôt à transporter le liquide nourricier élaboré par l'intestin dans le reste du corps, pour le distribuer là où il rencontre en même temps les conditions voulues pour que l'échange des gaz soit possible.... Si autrefois on a admis que les deux systèmes étaient nettement distincts l'un de l'autre, on a actuellement de bonnes raisons pour soutenir l'opinion contraire. La communication des deux systèmes paraît être toujours la plus vraisemblable. »

La communication des deux systèmes est définitivement établie par Hoffmann chez les Réguliers et surtout chez le Spatangue, où elle avait déjà été découverte par M. H. Milne-Edwards. Hoffmann s'occupe principalement de la circulation chez le Spatangue où son étude ne présente pas les mêmes difficultés que chez les Oursins, et donne peu de détails au sujet des Réguliers. Pour lui il n'existe qu'un cercle vasculaire périœsophagien, auquel aboutissent le canal du sable et les deux vaisseaux de l'intestin ; il n'y a pas de cercle vasculaire anal, ni de vaisseaux se rendant dans les parois du test. Quant à la structure et aux fonctions probables du cœur, Hoffmann n'en dit que fort peu de chose.

L'existence du cercle vasculaire anal niée par Hoffmann est de nouveau admise par A. Agassiz (2) : il reçoit, d'après lui, la veine intestinale. De plus, du cercle anal part un vaisseau parallèle au canal du sable, qui se renfle sur un certain point de son trajet en une dilatation ovoïde et creuse qui est le cœur et aboutit à l'anneau vasculaire périœsophagien, duquel s'échappe l'artère intestinale (vaisseau interne). La veine intestinale donne à la fois des rameaux au tube digestif et au test. Comment se termine l'artère intestinale et quelle est l'origine de la veine in-

---

(1) GEGENBAUR. *Manuel d'Anatomie comparée*. Edition française. Page 309.

(2) AGASSIZ. *Revision of the Echini*. 1874.

testinale? Agassiz ne le dit pas. Le vaisseau qui va du cercle anal au cercle œsophagien est distinct du canal du sable; mais comment se termine le canal du sable? Agassiz dit: « The stone canal, starting from the madreporic body, » runs along the heart to the circular ring. » Cet anneau circulaire est-il le même que l'anneau vasculaire dont il vient d'être question, ou bien est-ce un deuxième anneau superposé au premier? C'est une question à laquelle Agassiz n'a pas répondu.

Les dispositions décrites par Agassiz sont, on le voit, encore fort obscures, et il n'est pas possible d'après son travail de se faire une idée nette de la circulation des Oursins.

M. Perrier (1875) reprit l'étude de la circulation des Oursins et arriva à des résultats très importants sur la distribution de ce système. Après avoir démontré qu'il n'existe pas de cercle vasculaire anal, il étudie l'organe considéré comme un cœur et ses relations avec le canal du sable; il montre que cet organe n'est autre chose qu'une glande indépendante du canal du sable, et s'ouvrant par un canal distinct, sous la plaque madréporique. Il fait remarquer que la glande en question est parfaitement close en bas, et ne donne naissance à aucun vaisseau parallèle au canal du sable. Les coupes transversales montrent bien que le canal du sable est tout-à-fait indépendant de la glande; il lui est accolé sur toute sa longueur, mais ne contracte aucune relation avec elle. Les cinq vaisseaux des ambulacres qui se terminent en cul-de-sac à leur extrémité apicale, débouchent dans un cercle œsophagien unique duquel se détachent, d'une part le canal du sable, d'autre part le vaisseau marginal interne. Les deux systèmes, aquifère et intestinal, sont donc en communication directe. Le vaisseau marginal interne monte le long de l'œsophage et ne donne de ramifications que sur la première courbure du tube digestif. Le vaisseau marginal externe, qui ne fournit également de branches qu'à la première courbure du tube digestif, n'a pas de communication avec le cercle de la lanterne et reçoit le sang par ses nombreuses anastomoses avec le vaisseau marginal interne. La deuxième courbure de l'intestin ne reçoit pas de vaisseaux. Quant aux branches décrites par Agassiz comme se rendant aux parois du test, elles n'existent pas. Enfin, le vaisseau externe est en connexion avec un vaisseau particulier découvert par M. Perrier, *le vaisseau collatéral*, qui n'envoie pas de branches au tube digestif et paraît être, dit-il, une sorte de réservoir où peut se déverser le trop plein du système circulatoire.

Les résultats auxquels est arrivé M. Perrier sont, nous le répétons, fort importants: ils font connaître plusieurs dispositions nouvelles d'un grand intérêt et établissent définitivement les points les plus controversés du système circulatoire, la nature véritable du cœur des anciens anatomistes, l'absence de cercle vasculaire autour de l'anus, la distribution exacte des vaisseaux sur le tube digestif. Cependant

l'année suivante parut un mémoire de Teuscher, où il n'est pas fait mention du travail du savant français, et où nous trouvons décrites des dispositions très différentes de celles qui avaient été découvertes par M. Perrier. Le travail de Teuscher étant peu connu en France, je dois m'y arrêter un instant.

D'après Teuscher, il existe chez les Oursins, comme chez tous les Echinodermes, deux systèmes circulatoires : l'un vasculaire proprement dit, l'autre aquifère, tous deux possédant un anneau œsophagien propre. Le premier comprend deux parties distinctes, l'une appartenant aux viscères, l'autre au système nerveux.

Occupons-nous d'abord du système aquifère. Il comprend les cinq vaisseaux aquifères ambulacraires qui, au niveau de la lanterne, montent le long des pyramides pour se jeter dans l'anneau aquifère périœsophagien. C'est de cet anneau que dépendent les cinq vésicules de Poli, et que s'échappe le canal du sable, qui monte le long de l'œsophage, en longeant le cœur, pour se terminer à la plaque madréporique. Comme le cœur des Astéries et des Spatangues, cet organe n'est d'aucune utilité pour l'animal adulte, et doit être un reste du développement embryonnaire, ou bien un organe ancestral transmis par hérédité.

Le système vasculaire appartenant aux viscères comprend un vaisseau ventral et un vaisseau dorsal qui suivent les bords de l'intestin. Le premier, plus développé, longe le bord interne du tube digestif jusqu'au rectum ; le deuxième, de plus petit calibre, suit le bord externe, et se dédouble sur une certaine partie de son trajet le long de la première courbure.

Teuscher n'a pu reconnaître le cercle vasculaire anal, mais son existence n'est pas douteuse pour lui : elle est rendue presque évidente par ce fait que le vaisseau ventral conserve, dit-il, le même calibre jusqu'au commencement du rectum, et il est bien peu probable qu'il s'y termine brusquement en cul-de-sac ; il doit, au contraire, continuer son chemin et se jeter dans le cercle périanal.

Le vaisseau ventral se continue le long de l'œsophage et débouche dans l'anneau vasculaire périœsophagien. Il semble également à Teuscher que le vaisseau dorsal, malgré son petit calibre au niveau de l'œsophage, doit se jeter dans cet anneau.

Outre les cinq vaisseaux aquifères ambulacraires, il existe dans chaque zone ambulacraire, comme chez les Spatangues, un vaisseau qui entoure la bandelette nerveuse : c'est le vaisseau périnervien. Seulement, contrairement à ce que Teuscher a observé chez les autres Echinodermes, en particulier chez les Spatangues, il n'existe pas autour du pentagone nerveux d'anneau vasculaire en communication avec le vaisseau périnervien des zones ambulacraires. Au niveau de l'ouverture des auricules, les vaisseaux ambulacraires et périnerviens, ainsi que la bandelette nerveuse, jusque là étroitement unis tous trois, se séparent ; les nerfs continuent leur chemin en droite ligne et convergent vers le pentagone nerveux ; les vaisseaux périnerviens cessent d'entourer le système nerveux pour rejoindre le

pharynx, montent le long de ce canal, et se jettent dans l'anneau vasculaire périœsophagien. Les vaisseaux aquifères s'appliquent contre la face externe de la lanterne et montent le long des pyramides pour se terminer dans l'anneau aquifère périœsophagien. Teuscher n'a pas injecté ces cinq vaisseaux qui montent le long du pharynx, dans l'intérieur même de la lanterne, mais sur les coupes transversales il a reconnu la disposition suivante. Le pharynx présente cinq paires de faisceaux ligamenteux qui l'accompagnent sur toute sa longueur, et dans le sillon qui sépare les deux faisceaux de chaque paire, on aperçoit une ouverture qui correspond à un vaisseau. Or, ces cinq vaisseaux ne peuvent déboucher que dans l'anneau vasculaire périœsophagien.

Quant à la communication des deux systèmes aquifère et vasculaire, Teuscher n'en parle pas dans son mémoire ; il dit seulement, dans le résumé qui termine son travail, que cette communication lui paraît incertaine chez les Oursins réguliers.

Tels sont, en résumé, les principaux résultats des recherches de Teuscher sur les Oursins (*Echinus esculentus*). Un premier reproche à adresser au naturaliste allemand porte sur la connaissance incomplète des travaux antérieurs publiés sur la question ; il semble, en effet, ne pas avoir connu le mémoire de Perrier, qui avait paru un an avant le sien, et dont les principaux résultats avaient été communiqués à l'Académie des Sciences en novembre 1874, sans quoi son attention eût été attirée sur certaines dispositions que l'éminent professeur du Muséum a parfaitement fait connaître et sur lesquelles il insiste à juste titre : entre autres, l'absence certaine et facile à constater du cercle vasculaire anal, le trajet du vaisseau ventral qui n'arrive pas au rectum, mais s'arrête au commencement de la deuxième courbure intestinale, la structure et le rôle du prétendu cœur auquel Teuscher continue à donner ce nom, tout en reconnaissant que rien dans sa structure ne permette de le considérer comme tel. Il est vrai que Teuscher n'a eu à sa disposition que des animaux conservés dans l'alcool, et la plupart de ses observations ont été faites sur des coupes pratiquées à différents niveaux dans les régions où passent les vaisseaux. Le procédé des coupes successives et différemment orientées constitue un excellent moyen de contrôle, mais ne suffit pas pour arriver à une connaissance complète et certaine, et peut du reste induire assez souvent en erreur, lorsqu'il n'est pas accompagné d'une dissection faite sur des pièces injectées ; les vaisseaux que Teuscher signale et figure le long du pharynx et qui n'existent pas en réalité, le prouvent d'une manière assez évidente. C'est du reste un point sur lequel je reviendrai, comme sur beaucoup d'autres faits indiqués dans son mémoire.

Quelque défectueux que fussent les procédés d'étude employés par Teuscher, son travail mérite une sérieuse considération. Bien que les recherches de M. Perrier faites sur des animaux vivants avec tout le soin désirable parussent avoir définitivement fixé la circulation des Oursins, les conclusions des deux savants

•

différait sur un assez grand nombre de points pour qu'il parût nécessaire de reprendre cette intéressante, mais difficile question. J'y fus conduit d'autant plus volontiers qu'il m'était difficile de concilier les résultats auxquels j'étais arrivé antérieurement en étudiant le système circulatoire du Spatangue, avec ce que l'on connaissait chez les Oursins. En particulier, l'existence de deux anneaux péri-buccaux, le fait que le canal du sable, divisé dans sa région œsophagienne en deux canaux distincts dont chacun débouche dans un anneau péri-buccal, loin de rester distinct de l'organe d'excrétion, contracte avec lui les relations les plus intimes, ne se rapportaient pas avec ce que M. Perrier avait décrit chez les Oursins réguliers.

Lorsque au début de mes recherches, ne m'occupant pas encore du système circulatoire des Oursins, j'étudiais la structure de la glande ovoïde pour la comparer à celle de l'organe homologue des Spatangues, une chose m'avait frappé. En faisant des coupes de cet organe fixé à l'acide osmique et durci ensuite par l'alcool absolu, je voyais le canal du sable parfaitement distinct de l'organe d'excrétion, comme l'a figuré M. Perrier ; mais j'apercevais çà et là, surtout dans les parties périphériques, et cela principalement quand les coupes appartenaient à l'extrémité inférieure de la glande, des îlots irrégulièrement disposés, remplis d'un coagulum grisâtre finement granuleux, qui me rappelaient de tous points les espaces vasculaires remplis de sang coagulé, qu'on trouve en si grande abondance dans les parois du tube digestif. Evidemment, le liquide sanguin, si toutefois les lacunes en question renfermaient bien du sang coagulé, n'arrivait pas à la glande ovoïde par le canal du sable, qui en est indépendant ; peut être alors le canal du sable n'était-il pas un canal simple comme la plupart des naturalistes l'avaient décrit, mais était-il formé de deux canaux accolés, comme c'est le cas pour le canal du sable chez le Spatangue, du moins sur une certaine partie de son trajet. La question devait être examinée attentivement, et ce fut de ce côté que je dirigeai tout d'abord mes recherches.

Avant d'exposer les faits que j'ai pu observer, je dois dire que, pour tout ce qui touche à l'étude du système circulatoire, je m'adressai de préférence au *Sphærechinus granularis*, dont je pouvais avoir facilement et en très grande abondance de gros échantillons au laboratoire de Marseille. En raison de sa taille, le *Sphærechinus* était le type le plus favorable ; les *Echinus melo* et *acutus* atteignent, il est vrai, des dimensions souvent plus considérables, mais ils sont plus rares, le premier surtout, que le *Sphærechinus*, et vivent dans des stations trop éloignées de la côte pour qu'il me fût possible d'en avoir d'une façon suivie. J'avais enfin en très grande abondance le *Strongylocentrotus lividus* et le *Psammechinus microtuberculatus*.

Je me suis servi de préférence, pour faire les injections, de bleu de Prusse soluble ou de carmin ammoniacal, précipité ou non par l'acide acétique. Le

chromate de plomb obtenu par précipitation constitue aussi une bonne masse à injection granuleuse, mais qui a l'inconvénient d'être trop grossière; les particules assez grosses qui forment le précipité bouchent souvent l'extrémité effilée de la canule et arrêtent l'injection. Les pièces injectées au bleu de Prusse présentent, de plus, l'avantage de se durcir par l'alcool, ce qui permet de les conserver et même de les couper ultérieurement.

Les injections faites par les vaisseaux ambulacraires, lorsqu'elles arrivent jusqu'au canal du sable, ne pénètrent bien réellement que dans un canal unique qui reste toujours distinct de la glande ovoïde, et conserve le même calibre jusqu'à la plaque madréporique. J'essayai, alors sur des échantillons injectés de cette manière de piquer, avec une canule chargée d'une matière à injection d'une couleur différente de celle qui m'avait servi dans la première expérience, au milieu du tissu de la glande pour y pratiquer une injection interstitielle. Mes premiers essais furent infructueux, ou plutôt ne me conduisirent point au résultat que j'espérais obtenir : l'injection remplissait le canal excréteur de la glande et filait jusqu'à la plaque madréporique pour se répandre au dehors, ou même quelquefois dans la cavité générale de l'oursin. J'avais déjà fait plusieurs injections qui me donnaient toujours les mêmes résultats, lorsque j'essayai, au lieu d'enfoncer la canule au milieu du tissu même de la glande, de piquer celle-ci le plus près possible de son extrémité inférieure, à l'endroit où elle se termine insensiblement en pointe : il me semblait, en effet, que la glande, de ce côté, n'était pas aussi nettement limitée que M. Perrier l'avait figuré. Cette fois, l'injection passa dans un canal distinct du canal du sable et les deux conduits, remplis de liquides différemment colorés, étaient dès lors très faciles à distinguer. De plus, l'injection, à mesure qu'elle remplissait ce nouveau canal, pénétrait dans un système de vaisseaux assez fins qui se ramifient sur la glande ovoïde. A partir de ce moment, je réussissais presque constamment toutes mes injections. En regardant, en effet, avec attention la surface de la glande non injectée, il est assez facile de voir deux ramifications plus fortes que les autres qui montent de chaque côté de l'organe sous forme de deux petits vaisseaux : on peut arriver à introduire la canule dans l'un de ces vaisseaux et à l'injecter. L'injection réussit également bien si, en piquant le tissu de la glande, on a soin de conduire la canule jusqu'à l'extrémité inférieure de l'organe, en restant toujours le plus près possible de sa surface. Il arrive souvent que la pointe de la canule perfore le tissu injecté : d'autres fois on est plus heureux, la canule s'introduit dans un des petits capillaires très nombreux à ce niveau, et l'injection se fait facilement.

Il y a donc, à côté du canal du sable, un deuxième canal, qui lui est accolé depuis la glande ovoïde jusqu'au plancher supérieur de la lanterne, ou, si l'on préfère, le

canal du sable est double ; cette disposition se rapproche de ce qui existe chez le *Spatangue*.

Pour plus de simplicité dans les descriptions, je continuerai à appeler canal du sable le vaisseau (*c*, fig. 13), indépendant de la glande ovoïde, qui a toujours été désigné sous ce nom, et j'appellerai *canal glandulaire* (*CG*) le deuxième canal qui communique avec la glande, dénomination que justifient ses relations étroites avec cette dernière.

Il n'est même pas nécessaire pour reconnaître ces deux canaux de recourir aux injections. En examinant attentivement à la loupe le canal du sable et l'organe d'excrétion d'un oursin, on peut distinguer deux vaisseaux : l'un très fin, d'une couleur blanche, transparent, l'autre un peu plus gros, brunâtre, offrant çà et là quelques granulations foncées. Le premier est le canal du sable décrit par les auteurs ; il monte le long de la glande ovoïde et ne contracte pas de relations avec elle ; le deuxième reste distinct jusqu'à la pointe de la glande avec laquelle il semble se continuer.

Il arrive quelquefois sur des pièces conservées dans l'alcool que le sang coagulé dans l'intérieur des vaisseaux prend une teinte jaune assez marquée, et produit ainsi une injection naturelle aussi apparente que les injections faites à l'aide d'une matière colorante. Or, il m'est arrivé quelquefois de trouver des organes d'excrétion ainsi injectés de cette façon, et dans lesquels le canal glandulaire et ses ramifications sur la glande étaient remplis par ce coagulum jaune : ce qui démontre bien que les dispositions que je viens de décrire ne sont pas artificielles ni dues à des ruptures.

Lorsque les injections faites par le canal glandulaire sont bien réussies, la matière à injection passe dans un anneau périœsophagien, remplit les vésicules de Poli, et pénètre dans le vaisseau marginal interne, qui monte le long de l'œsophage : c'est, du moins, le cas le plus général. Les vésicules de Poli s'injectent sous forme de petites arborisations vasculaires qui se répandent dans leur intérieur en se ramifiant deux ou trois fois de façon à reproduire l'apparence qui a été figurée par M. Perrier ; mais le canal du sable ne s'injecte pas. Quelquefois cependant, en poussant l'injection avec une certaine force, on voit les vésicules de Poli se remplir complètement — elles peuvent même éclater sous la pression de la matière qui y pénètre — et le canal du sable s'injecter ; mais ceci n'arrive que rarement, et le plus souvent l'injection, après avoir rempli le cercle périœsophagien, ne pénètre que dans le vaisseau marginal interne. Il en est de même pour les vaisseaux ambulacraires qui ne s'injectent que lorsque le canal du sable s'injecte aussi.

Si, après avoir fait par le canal glandulaire une injection (au bleu de Prusse

soluble, par exemple), qu'on a soin de ne pas pousser trop fortement de peur de voir éclater les vésicules de Poli, on introduit sur la même pièce une canule remplie de carmin ou de chromate de plomb dans l'un des vaisseaux ambulacraires, on verra l'injection pénétrer dans les vaisseaux qui montent le long des pyramides, gagner l'œsophage, se répandre dans un deuxième cercle périœsophagien (*AI*) bien distinct de celui qui était injecté en bleu, passer dans les vésicules de Poli, et remplir le canal du sable. Ceci nous démontre qu'à côté du cercle œsophagien dans lequel pénètre le canal glandulaire, et duquel sort le vaisseau marginal interne, se trouve un deuxième cercle dans lequel viennent déboucher les vaisseaux ambulacraires et le canal du sable. Sur les pièces injectées de la façon indiquée plus haut, ces dispositions sont faciles à constater, à condition que l'injection ne soit pas poussée trop fortement. En effet, lorsque les deux canaux sont complètement remplis et gonflés par l'injection, comme ils sont superposés, le cercle supérieur recouvre le cercle inférieur, et pour apercevoir ce dernier, il faut alors disséquer la région très soigneusement et enlever toutes les pièces de la lanterne, opération délicate et toujours difficile, car les vaisseaux sont accolés à ces pièces calcaires par du tissu conjonctif très résistant; il est même presque impossible d'effectuer cette dissection sans déchirer plus ou moins les vaisseaux qu'on voudrait isoler. Lorsque, au contraire, le cercle supérieur est peu injecté et que la matière ne le remplit pas entièrement, les dispositions sont bien plus facilement comprises. En injectant un des systèmes au bleu de Prusse, l'autre au carmin ammoniacal, précipité par l'acide acétique, et laissant ensuite la pièce pendant quelques heures dans l'alcool, on obtient une préparation dont la dissection est un peu moins difficile, l'alcool ayant durci le bleu de Prusse et agglutiné les fines particules de carmin.

De même que l'injection faite par le canal glandulaire ne pénètre pas dans le canal du sable, de même l'injection faite par les vaisseaux ambulacraires ne passe que rarement dans le vaisseau marginal interne; c'est un fait qui a déjà été remarqué par Teuscher. Lorsque ce vaisseau s'injecte, on trouve encore que les vésicules de Poli sont complètement remplies par la matière.

Les deux anneaux œsophagiens et les systèmes des vaisseaux qui dépendent de chacun d'eux ne communiquent qu'au niveau des vésicules de Poli; encore cette communication ne se fait-elle pas à plein canal, car les vésicules de Poli ne sont pas des bourses creuses, mais sont constituées par un tissu dense dont j'étudierai la structure un peu plus loin et qui est interposé entre les deux systèmes.

Quant au mode de terminaison du canal du sable et du canal excréteur de la glande ovoïde, qui n'est en somme que la continuation du canal glandulaire au niveau de la plaque madréporique, il a été déjà décrit par M. Perrier. Ces canaux ne débouchent pas directement à l'extérieur. En effet, la plaque madréporique est

recouverte par une très mince lamelle de tissu conjonctif qui se continue avec la lame mésentérique, étendue de l'œsophage au rectum; l'espace très étroit, ainsi limité, est comblé en partie par un tissu spongieux brunâtre dans lequel viennent déboucher côte à côte les deux canaux en question (Pl. III, fig. 13), et il n'est pas rare de voir l'injection faite par l'un des canaux venir pénétrer dans l'autre en même temps qu'elle s'échappe au dehors à travers les pores de la plaque madréporique, ou même, quelquefois, se répandre dans la cavité générale. Cette question de la communication à ce niveau avec le liquide de la cavité générale, sera discutée plus tard.

Une coupe longitudinale pratiquée au niveau du point où l'œsophage prend naissance comprend les anneaux péribuccaux et permet, tout d'abord, de s'assurer qu'il y a deux canaux distincts et non pas un canal unique. On voit que le canal supérieur (par conséquent celui qui est en communication avec le vaisseau marginal-interne) est d'un calibre un peu moins fort que le cercle supérieur. La structure de ces anneaux est très simple : une couche conjonctive tapissée par des cellules épithéliales, renfermant au milieu de ces fibres de nombreuses granulations pigmentaires; on n'y rencontre pas d'éléments musculaires.

La structure des vaisseaux de l'intestin est identique à celle que j'étudierai plus loin chez le *Spatangue*, où les préparations se font plus facilement, vu les dimensions plus considérables des vaisseaux.

VAISSEAUX AMBULACRAIRES. — Teuscher admet l'existence dans chaque zone ambulacraire de deux vaisseaux dont l'un entoure la bandelette nerveuse; c'est le vaisseau périnervien; l'autre, au contraire, en est indépendant et tout-à-fait superficiel : c'est le vaisseau aquifère. C'est là une disposition que je n'ai jamais pu constater, et je ne puis admettre l'existence d'un vaisseau périnervien. Il existe bien réellement deux vaisseaux dans chaque zone ambulacraire; mais, tous deux, quoique intimement accolés au nerf, en sont cependant bien distincts.

Au premier abord, sur une pièce fraîche, il semble qu'il n'y ait qu'un seul vaisseau dans chaque zone ambulacraire; quand on y introduit la canule d'une seringue à injecter, on voit la matière passer dans les vaisseaux qui montent le long des pyramides, et ceux-ci sont des vaisseaux simples : le fait est facile à constater. Cependant, sur des pièces appartenant à des échantillons de forte taille, on reconnaît aisément l'existence de deux vaisseaux : l'un, superficiel et étroit, l'autre, situé immédiatement au-dessous et un peu plus large; de chacun d'eux partent des branches transversales pour les vésicules ambulacraires. Les deux branches qui se rendent à chaque vésicule sont assez distinctes, quoique accolées. Cette disposition s'aperçoit d'une façon très évidente lorsqu'on a laissé le test de l'Oursin macérer pendant quelques jours dans l'acide picrique : elle était très nette

sur la préparation que j'ai représentée Pl. V, fig. 36. Il est possible d'injecter les deux vaisseaux avec des matières colorantes différentes, et de se rendre ainsi compte que chaque vésicule reçoit deux branches appartenant l'une au vaisseau superficiel ( $V_s$ ), l'autre au vaisseau profond ( $V_p$ ), qui restent distinctes jusqu'à leur entrée dans la vésicule, où elles s'ouvrent toutes deux. Une dissection attentive montre que le vaisseau ambulacraire profond ou externe ( $V_p$ ) est indépendant de la bandelette nerveuse sous-jacente.

La coupe schématique d'un ambulacre d'Oursin figurée par Teuscher (Pl. XX, fig. 7) n'est, à mon avis, pas exacte. Les coupes faites à différents niveaux sur les ambulacres montrent un vaisseau superficiel et un vaisseau profond plus large, étroitement appliqué contre le nerf; bien que très mince, la paroi externe de ce vaisseau se laisse distinguer facilement. Teuscher n'a pas vu cette paroi externe du vaisseau ambulacraire et c'est ce qui lui a fait supposer qu'il entourait la bandelette nerveuse. Les coupes que j'ai obtenues des ambulacres, chez l'Oursin, sont identiques à celle que j'ai figurée Pl. 5, fig. 35, chez le Spatangue. La seule différence est que le nerf, au lieu d'être aminci à ses deux extrémités, y est au contraire renflé chez l'Oursin et rétréci dans sa portion médiane. La bandelette nerveuse n'est pas immédiatement appliquée contre le test, mais en est séparée par un intervalle étroit. On voit sur la figure 35 qu'elle est renfermée dans un espace limité par des parois conjonctives; or, cet espace n'est pas un vaisseau, mais bien une portion de la cavité générale. Il arrive, en effet, quelquefois, lorsqu'on fait une injection par les vaisseaux ambulacraires, que la canule, au lieu de pénétrer dans l'un des vaisseaux  $V_s$  ou  $V_p$ , se loge dans l'espace  $Cg$ . Dans ce cas, la matière file le long de la zone ambulacraire et vient se répandre dans la cavité générale au niveau des auricules, c'est-à-dire au niveau du point d'origine du vaisseau qui monte le long des pyramides. Un fait analogue s'observe chez le Spatangue où, dans les mêmes conditions, la matière à injection vient remplir l'espace laissé libre entre la lèvre supérieure et la membrane qui la recouvre. D'après la figure de Teuscher, ce fait ne pourrait s'expliquer, puisque, pour lui, cet intervalle  $Cg$  correspond au vaisseau périnervien et non pas à une partie de la cavité générale.

L'injection ne remplit jamais tout d'un coup les vésicules ambulacraires, mais suit le bord externe de chaque vésicule, et la remplit peu à peu en pénétrant dans les petites alvéoles limitées par les nombreuses cloisons qui en divisent la cavité. Teuscher et Frédéricq ont déjà parlé de cette disposition qu'on reconnaît sur les coupes de ces organes et particulièrement, comme l'indique ce dernier, sur des vésicules traitées par l'acide azotique au 1/5 : après l'action de ce réactif, les parois rendues plus fermes ne peuvent s'accoler l'une contre l'autre et les cloisons qui en réunissent les deux faces restent distinctes.

La paroi des vésicules ambulacraires montre, en dedans d'une couche conjonc-

tive externe, une couche musculaire assez développée et formée surtout de fibres transversales.

Une question qui se rattache à l'étude du système circulatoire est de savoir comment les vésicules ambulacraires communiquent avec les tubes ambulacraires. Baudelot et Frédéricq ont montré que chaque vésicule correspondait à un tentacule, et que la communication se faisait à l'aide de deux petits canaux très fins qui traversent le test suivant les pores des zones porifères, et s'ouvrent dans la cavité du tentacule. Cette disposition se vérifie facilement chez les *Sphærechinus*, *Echinus*, *Strongylocentrotus*, en faisant macérer les morceaux de test dans l'acide azotique. Chez le *Dorocidaris*, où les pores ambulacraires ne sont pas géminés comme chez ces derniers genres, mais sont simples, à chaque vésicule correspond bien un tube ambulacraire; seulement la communication est établie à l'aide d'un canal unique qui traverse le pore du test. Je n'ai jamais remarqué que le tentacule fût double sur la plus grande partie de sa longueur, qu'il présentât sur les coupes transversales deux tubes accolés comme les canons d'un fusil double, ainsi que le dit Baudelot; il est formé sur toute sa longueur par un canal cylindrique unique.

Une fois arrivés au niveau du bord du péristome, les vaisseaux ambulacraires, de doubles qu'ils étaient, deviennent simples et forment alors les cinq branches qui montent sur la face externe de la lanterne, et vont aboutir au cercle périœsophagien inférieur. En même temps que les vaisseaux de chaque ambulacre se fusionnent en un canal unique, la paroi se modifie légèrement dans sa structure; elle se charge de pigment, de granulations brunes, analogues à celles qu'on trouve dans les autres vaisseaux et qui ne se rencontrent pas dans les troncs ambulacraires.

Il n'existe pas de branches, dépendant des vaisseaux ambulacraires et se dirigeant vers la lanterne, autres que ces cinq vaisseaux. Teuscher a décrit, ainsi que je l'ai dit plus haut, cinq autres vaisseaux qui montent le long du pharynx et doivent déboucher dans l'anneau périœsophagien supérieur; ces vaisseaux seraient la continuation des vaisseaux périnerviens, tandis que les vaisseaux aquifères ambulacraires aboutiraient seuls à l'anneau œsophagien inférieur. Or, Teuscher n'a pas injecté ces vaisseaux pharyngiens, et jamais il n'a suivi leur trajet; c'est en étudiant des coupes du pharynx qu'il a cru les reconnaître entre les cinq paires de faisceaux qui accompagnent ce canal sur toute sa longueur. J'ai fait de nombreuses coupes du pharynx et je n'ai jamais vu de vaisseaux entre ces faisceaux ligamenteux; jamais, du reste, aucune injection ne m'avait fait soupçonner leur existence. Je ne vois pas comment Teuscher explique que les vaisseaux qui entourent la bandelette nerveuse dans les ambulacres la quittent brusquement pour monter le long du pharynx; il faudrait alors admettre que le nerf, renfermé dans l'intérieur du vaisseau périnervien, perfore à un moment donné la paroi du

vaisseau pour arriver au pentagone nerveux, disposition qui serait assez étrange. Ce fait que, chez les Oursins, le pentagone nerveux n'est pas situé à l'intérieur d'un vaisseau, comme il l'était dans les zones ambulacraires, et comme il l'est, d'après Teuscher, chez tous les Echinodermes, lui semble étonnant. Je ne sais si le système nerveux est entouré par un vaisseau chez les autres Echinodermes; mais j'affirme que, chez les Echinides, une telle disposition n'existe pas; l'étui conjonctif renferme le nerf, se continue avec la membrane interne du test, au niveau des auricules, et n'est pas un vaisseau; il ne parvient pas jusqu'au pharynx qui est simplement renforcé par des faisceaux ligamenteux, mais ne possède aucun vaisseau.

On pourrait croire tout d'abord, lorsqu'on regarde un Oursin injecté sans enlever les pièces de la lanterne, que ces cinq vaisseaux pharyngiens existent. En effet, les vaisseaux ambulacraires ne s'épuisent pas complètement en donnant les vaisseaux qui montent le long des pyramides, mais ils se continuent encore un instant vers la bouche sous forme de petits rameaux grêles appliqués contre la face interne de la membrane buccale. Il est facile de s'assurer, en enlevant les pièces de la lanterne, que ces vaisseaux, dont le trajet a déjà été décrit et figuré par M. Perrier, sont destinés aux dix tentacules qui entourent l'ouverture de la membrane buccale, et qu'ils disparaissent avant d'avoir atteint le pharynx.

Les vaisseaux des zones ambulacraires se terminent en cul-de-sac au niveau du pôle apical; cependant je ne suis pas absolument certain si ces vaisseaux s'y terminent tous deux en cœcums, ou s'ils se réunissent à leur extrémité: toutes mes observations tendent à me faire supposer qu'ils se terminent tous deux en culs-de-sac sans communiquer l'un avec l'autre. C'est, du reste, une question d'un intérêt secondaire de savoir s'ils communiquent ou non à leur extrémité apicale, puisqu'ils sont mis en communication sur toute leur longueur à l'aide des branches que chacun d'eux envoie aux vésicules ambulacraires, et se réunissent en un vaisseau unique en arrivant à la lanterne.

Le trajet des vaisseaux de l'intestin a été décrit avec beaucoup de soin par M. Perrier: mes recherches m'ont fait arriver aux mêmes résultats que le savant professeur de Paris. Il ne saurait plus être question maintenant d'un cercle vasculaire autour de l'anus, les vaisseaux marginaux ne dépassent pas le commencement de la courbure intestinale supérieure; cependant Teuscher déclare qu'ils se continuent jusqu'au rectum, et même trouve, dans l'existence sur le rectum d'un vaisseau marginal qui y présente, assure-t-il, le même diamètre que sur la première courbure, un argument en faveur de l'existence du cercle vasculaire anal. L'erreur du naturaliste allemand s'explique facilement. Si l'on examine le bord interne de la courbure supérieure d'un oursin quelconque, on verra qu'elle est accompagnée d'une lamelle mésentérique très étroite, présentant, tout près

du bord même de l'intestin, une bande foncée qui ressemble à un vaisseau; cette bande se continue jusque sur le rectum et elle n'est autre chose que l'accumulation de granulations pigmentaires et de cellules particulières, reproduisant en petit l'apparence de la lame mésentérique, décrite par M. Perrier, et s'étendant de l'œsophage à l'anus. On comprend que cette ligne foncée puisse en imposer pour un vaisseau, et que Teuscher, n'ayant à sa disposition que des animaux conservés dans l'alcool, et les étudiant principalement à l'aide de coupes histologiques, ait pu supposer que le vaisseau marginal interne se continuait jusqu'au rectum pour aboutir dans un cercle périanal.

D'après ce qui précède, on peut comprendre le système circulatoire des Ourins réguliers de la façon suivante. Deux anneaux vasculaires superposés entourent l'œsophage sur le plancher supérieur de la lanterne. Du cercle supérieur, part le vaisseau marginal interne qui longe l'œsophage et le bord interne de la courbure intestinale inférieure, à laquelle il fournit de nombreux rameaux sur toute sa longueur, et ne dépasse pas l'origine de la deuxième courbure. Les ramifications du vaisseau marginal interne sont aussi les branches d'origine du vaisseau marginal externe, également limité à la première courbure, et qui se rétrécit graduellement vers l'œsophage, sans atteindre le cercle périœsophagien. Un troisième vaisseau, découvert par M. Perrier, qui l'a nommé vaisseau collatéral, fait le tour du test parallèlement à la courbure intestinale inférieure : c'est une dépendance du vaisseau marginal externe auquel il est relié par une douzaine de branches anastomotiques; il ne communique ni avec le cercle périœsophagien ni avec le vaisseau marginal interne. Ce vaisseau collatéral paraît aussi avoir été aperçu par Teuscher qui parle d'un dédoublement du vaisseau dorsal formant : « ein « zweites, frei in die Leibeshöhle herabhängendes Rückengefäß aus, mit dem « eigentlichen durch zahlreichen Anastomosen communicirend und etwas weiter « als dasselbe ». Aucun des deux vaisseaux marginaux ne se continue sur la deuxième courbure, fait qui suffirait déjà pour démontrer qu'il ne saurait exister de cercle vasculaire autour de l'anus.

Le canal du sable, considéré ordinairement comme un simple canal de très petit diamètre, est formé par la réunion de deux canaux accolés, dont l'un vient se jeter dans le cercle périœsophagien supérieur, l'autre dans le cercle inférieur. La moitié, qui débouche dans le cercle supérieur, ou canal glandulaire (Cg, fig. 13), est en communication avec la glande ovoïde et lui permet de recevoir le sang en assez grande quantité; l'autre moitié (C), qui part du cercle inférieur et qui correspond à ce que jusqu'ici on a toujours appelé canal du sable, reste distincte de la glande ovoïde et arrive à la plaque madréporique avec le canal excréteur de cette dernière, ou, si l'on veut, avec l'extrémité du canal glandulaire.

Du cercle périœsophagien inférieur partent les cinq vaisseaux ambulacraires

qui restent simples tant qu'ils appartiennent à la lanterne, et qui se dédoublent, au moment où ils atteignent les zones ambulacraires du test, en deux vaisseaux superposés, dont chacun envoie une branche aux vésicules ambulacraires. Ces vaisseaux sont distincts de la bandelette nerveuse qui leur est accolée, et il n'existe pas de vaisseau périnervien, mais seulement un espace périnervien. Les vaisseaux ambulacraires ne sont pas en communication directe avec le cercle périœsophagien supérieur, car il n'existe pas, à l'intérieur de la lanterne, le long du pharynx, de vaisseau établissant une telle communication. Enfin, de chacun des deux anneaux œsophagiens, partent des branches qui se rendent aux vésicules de Poli et s'y ramifient; le sang de l'un des anneaux ne peut donc passer dans l'autre qu'après avoir traversé le tissu glandulaire de ces vésicules.

Pour terminer l'étude du système circulatoire des Oursins, il me reste à parler de la structure de l'organe d'excrétion ou glande ovoïde, ainsi que de la structure des vésicules de Poli, du canal glandulaire, et du canal du sable proprement dit. L'organe d'excrétion présente, en effet, des relations trop intimes avec le système circulatoire, pour qu'il soit possible d'en séparer l'étude; d'autre part, les vésicules de Poli ont une composition identique à celle de cet organe, et le canal glandulaire, qui se continue insensiblement avec lui, offre une structure comparable de tout point à celle de la glande ovoïde. Ces raisons m'ont déterminé à réunir dans le même paragraphe l'étude de ces organes qui, cependant, pourraient passer pour être très différents.

GLANDE OVOÏDE.— La forme de la glande ovoïde diffère suivant les espèces et paraît d'autant plus allongée que le test est plus élevé. Chez les *Echinus melo* et *acutus*, c'est un organe fusiforme, très long, terminé en pointe à ses deux extrémités; chez le *Strongylocentrotus lividus* et le *Sphærechinus granularis*, il est beaucoup moins allongé, relativement, que chez les *Echinus*, plus arrondi et un peu irrégulier dans ses contours; il en est de même chez le *Psammechinus*, où il est presque globuleux. Il offre partout une couleur assez foncée, d'un jaune tirant sur le brun clair, et sa surface est parsemée de nombreuses granulations brunes. Il est relié à l'œsophage par une lame mésentérique étroite, et s'étend, comme on le sait, de l'œsophage jusqu'au rectum, en se prolongeant vers la plaque madréporique sous forme d'un canal excréteur qui se termine avec le canal du sable. La face, qui ne regarde pas l'œsophage, est creusée d'une gouttière longitudinale dans laquelle se loge le canal du sable; lorsque, après avoir enlevé celui-ci, on écarte les deux lèvres qui limitent ce sillon, on aperçoit un canal plus gros que le canal du sable, étendu sur toute la longueur de l'organe, et recevant un nombre considérable de petits canalicules, très distincts au moment où ils se jettent dans le canal principal, mais qui ne tardent pas à s'anastomoser et à se

perdre dans le parenchyme de la glande. Ce canal est le conduit excréteur de la glande ovoïde (Pl. III, fig. 18).

Cet organe a toujours été considéré comme un cœur jusqu'au jour où M. Perrier vint faire justice de cette opinion erronée. La plupart des naturalistes qui avaient décrit ce cœur n'avaient basé leur opinion sur aucun fait certain; la structure de ce singulier organe, que personne n'avait pu reconnaître, était, de fait, bien embarrassante et s'accordait mal, dans le peu qu'on en savait, avec l'idée qu'on pouvait se faire d'un cœur : l'existence des fibres musculaires était, d'ailleurs, très controversée. Hoffmann le considérait comme « un organe caverneux creusé, dans son intérieur, d'une grande cavité centrale paraissant se continuer avec le vaisseau qui s'en échappe à la partie inférieure; sur les coupes, on voit que cette cavité centrale est entourée par des réseaux de travées formant des mailles, tandis qu'à la périphérie, le tissu devient plus compacte. » La nature de ces fibres reste douteuse pour Hoffmann; il pense, comme Leydig, que ce sont, en partie, des fibres musculaires, circulaires pour la plupart, mais il n'est jamais arrivé à les dissocier d'une façon satisfaisante; au milieu de ces fibres, on rencontre une quantité considérable de masses pigmentaires et de petites sphères incolores. Teuscher le décrit comme un organe « constitué par un tissu peu transparent, renfermant quelques fibres, qui deviennent plus nombreuses à l'extrémité et sur la nature histologique desquelles il ne peut rien dire; entre les fibres se remarquent de nombreuses granulations pigmentaires et des cellules isolées qui ressemblent plutôt à des noyaux, le tout plongé dans une substance fondamentale granuleuse; çà et là on trouve dans l'intérieur des fentes irrégulières, mais pas de grande cavité interne ».

On le voit, les descriptions qu'Hoffmann et Teuscher ont données de cet organe ne sont pas de nature à renseigner sur sa structure, encore moins sur ses fonctions; le premier l'appelle cœur, sans toutefois se prononcer sur le rôle qu'il doit remplir, et Teuscher pense que c'est un reste d'organe embryonnaire ou ancestral, qui n'est d'aucune utilité chez l'adulte. M. Perrier donna définitivement la solution du problème en montrant que cet organe, absolument dépourvu de fibres musculaires, possédait tous les caractères d'une véritable glande, constituée par des acini particulièrement nets chez le *Psammechinus* et renfermant des cellules glandulaires. « Ces cellules, dit-il en effet, sont disposées en colonnes, comme cela a lieu dans les glandes compactes, le foie des mammifères, par exemple. Leurs dimensions sont de 24  $\mu$  environ, et elles se montrent remplies de granulations sphériques réfringentes, qui, dans certaines cellules, sont incolores, et dans d'autres, plus ou moins colorées en brun. C'est l'explication de l'existence de ces amas épars de granulations brunes que nous avons déjà signalés; chaque petit amas représente le contenu d'une cellule glandulaire. Cha-

que colonne de cellules représente une acinus glandulaire et les colonnes se groupent elles-mêmes de manière à présenter l'apparence de digitations divergeant d'un tronc commun.... Les colonnes de cellules laissent entre elles des intervalles plus ou moins considérables, dans lesquels filtre le produit de sécrétion, comme dans toutes les glandes compactes de cette nature. Certains de ces intervalles, plus grands que les autres, constituent ces cavités secondaires du cœur décrites si minutieusement par Valentin et que nous avons représentées dans la coupe que nous donnons de la glande ovoïde de l'*Echinus sphæra*. »

L'organe appelé cœur par les anciens anatomistes n'est donc qu'une glande annexée au canal du sable et versant au dehors, à travers les pores de la plaque madréporique, les produits excrétés. Cette explication mettait décidément fin aux discussions que la structure de cet organe énigmatique avait soulevées jusqu'alors, vu la difficulté qu'on avait eue d'y trouver les caractères ordinaires d'un cœur, c'est-à-dire d'un organe à charpente essentiellement musculaire, capable, par sa contraction, de favoriser le cours du sang.

En étudiant cet organe chez les divers genres que j'avais à ma disposition, au moyen de coupes et de dissociations faites surtout sur des pièces fixées à l'acide osmique, je suis arrivé à des résultats un peu différents de ceux de M. Perrier, non pas sur la nature même de l'organe qui est bien évidemment glandulaire, mais sur sa structure intime; d'après mes observations, la structure de cette glande se rapproche, en effet, beaucoup de celle que j'ai observée chez le *Spatangue*. Sur des morceaux de glande fixés par l'acide osmique et traités ensuite par l'alcool, puis dissociés, les éléments les plus nombreux que l'on rencontre, à côté de granulations de pigment brun que l'acide osmique rend tout-à-fait noires, sont des cellules à protoplasma irrégulier émettant de fins prolongements, dépourvues de membranes d'enveloppe et à noyau granuleux. Le noyau paraît finement granuleux sur certaines cellules, tandis que, sur d'autres, il est complètement rempli de grosses granulations; depuis le noyau à peine granuleux jusqu'à celui qui n'est plus, pour ainsi dire, qu'un amas de masses pigmentaires, on rencontre tous les intermédiaires. Le protoplasma est lui-même finement granuleux et plus ou moins abondant; les cellules dont le noyau est devenu très granuleux ne possèdent plus qu'une mince enveloppe protoplasmique. Ça et là on trouve des cellules à contours plus nets et plus francs, à noyau plus petit et à protoplasma très finement granuleux.

Les coupes comprenant toute l'épaisseur de la glande ovoïde montrent qu'elle est constituée par un réseau de fibres conjonctives très régulier, par des trabécules limitant des espaces à peu près tous de même dimension et de même forme dans la région périphérique, devenant plus fines et s'anastomosant pour former des mailles plus serrées, plus irrégulières à mesure qu'on s'approche de la partie

centrale (Pl. VI, fig. 41). Les alvéoles ainsi limitées renferment les cellules décrites plus haut, en nombre variable, mais généralement peu élevé : de une à quatre pour chaque alvéole (*Cr*). Çà et là, dans la région périphérique de la glande, on rencontre des alvéoles uniquement remplies de petits noyaux pigmentaires bruns. Ma première idée, en étudiant les coupes de cette glande, fut que j'étais bien en présence d'un tissu cellulaire comme l'avait décrit M. Perrier. La régularité remarquable des contours me fit croire à des cellules disposées côte à côte, renfermant un noyau granuleux entouré d'une zone de protoplasma irrégulière et relié à la membrane par quelques prolongements, ainsi qu'on l'observe assez souvent. Cependant, en rencontrant çà et là des cellules possédant deux ou trois noyaux entourés chacun d'une couche protoplasmique distincte, je me demandai s'il s'agissait bien d'un tissu cellulaire ou bien si ce que je considérai d'abord comme des membranes cellulaires n'était pas plutôt un réticulum de tissu conjonctif, d'autant plus que la partie centrale de l'organe présente un réseau de fibres conjonctives très distinctes et supportant de petites cellules à protoplasma ramifié. Il semblait difficile d'admettre que le même organe fût constitué dans sa région périphérique par des cellules, et dans sa partie centrale par des fibres conjonctives, car il n'existe pas de ligne de démarcation distincte entre les fibres et les cellules, et les unes se continuent visiblement avec les autres. D'autres préparations où les dispositions étaient plus nettes, analogues à celle que j'ai figurée Pl. VI, fig. 41, et où la plupart des alvéoles renfermaient deux ou trois noyaux entourés de protoplasma, me prouvèrent d'une façon certaine qu'il s'agissait bien réellement de fibres conjonctives et non de membranes cellulaires, et que le substratum de la glande consiste en travées conjonctives, disposées très régulièrement à la périphérie de l'organe avec une apparence rappelant volontiers un tissu cellulaire, et devenant plus nombreuses, mais aussi, mieux caractérisées, à la partie centrale. C'est dans les cellules supportées par ce substratum conjonctif que se déposent les granulations pigmentaires, qui deviennent de plus en plus nombreuses, et finissent par envahir l'alvéole tout entière pour donner naissance à ces amas considérables de granulations foncées qu'on rencontre de préférence dans la portion périphérique de la glande. Cette structure est de tous points comparable à celle de l'organe homologue du *Spatangue*, ce qui peut encore confirmer mon opinion, avec cette seule différence cependant, que chez ce dernier les travées de tissu conjonctif sont beaucoup moins régulières, plus larges et mieux caractérisées que chez les *Oursins*, ce qui rend les dispositions d'une interprétation plus facile.

Quant aux lacunes qui ont été décrites dans l'intérieur de la glande, elles correspondent à la coupe des petits canaux qui se jettent dans le canal excréteur. On sait, en effet, que ces lacunes sont disposées irrégulièrement et n'affectent pas

les mêmes formes ni les mêmes dimensions dans toutes les coupes; leur nombre et leur aspect dépendent de la façon dont la rasoir a intéressé un plus ou moins grand nombre de ces canalicules. Mais toutes les lacunes ne correspondent pas à des conduits excréteurs; il en existe en effet, surtout vers la périphérie et dans la partie inférieure de la glande, qui sont remplies d'un coagulum granuleux, et qui ne sont autre chose que la coupe des nombreux vaisseaux que nous avons vus se ramifier à la surface de la glande ovoïde.

Les mêmes dispositions s'observent dans les genres *Echinus*, *Sphærechinus*, *Strongylocentrotus* et *Psammechinus*.

VÉSICULES DE POLI. — Une structure analogue à celle de la glande ovoïde se retrouve dans les vésicules de Poli. On sait que ces organes ont été considérés comme des diverticulum de l'anneau aquifère périœsophagien servant de réservoir au liquide sanguin, ou même comme des expansions contractiles destinées à favoriser le cours du sang (Gegenbaur). Une telle opinion ne peut plus se soutenir, on sait depuis longtemps que leurs parois ne renferment pas de fibres musculaires; déjà, Tiedemann, et après lui, Valentin, n'avaient pu en rencontrer. Hoffmann passe rapidement sur la structure et le rôle des vésicules de Poli, constituées d'après lui par deux couches épithéliales, l'une externe, l'autre interne, supportées par une membrane conjonctive mince, riche en petites cellules et en noyaux. Teuscher dit que leurs parois très épaisses sont constituées par un tissu analogue à celui du cœur, par des fibres, des noyaux et des masses de pigment enfermés dans une substance fondamentale finement granuleuse; en raison de l'exigüité de leur cavité et du peu d'élasticité de leurs parois, ces organes ne peuvent servir de réservoir au liquide sanguin, mais il est, néanmoins, difficile d'en indiquer les fonctions.

Les vésicules de Poli se montrent chez la plupart des Oursins (*Strongylocentrotus*, *Psammechinus*, *Sphærechinus*), comme des organes très minces fixés à la partie supérieure de la lanterne, dans un dédoublement de la membrane qui la recouvre entre les muscles des compas et les anneaux vasculaires. Leurs bords ne sont pas nettement limités. A la loupe, on distingue dans leur intérieur de légères traînées de granulations brunes qui deviennent plus nombreuses et plus apparentes à la périphérie. Dans les espèces du genre *Echinus*, elles sont un peu plus épaisses que chez les autres types, et leur surface paraît lobée ou irrégulièrement mamelonnée.

Les matières à injection, lorsqu'elles pénètrent dans les vésicules de Poli, ne les remplissent pas complètement, mais s'y divisent en quelques branches secondaires qui se ramifient dans leur intérieur, et suivent ces petites traînées de granulations brunes; l'apparence est la même, que l'injection soit faite par le

cercle œsophagien supérieur ou par le cercle inférieur. Leur structure est un peu plus compliquée qu'on ne l'a cru jusqu'ici et ressemble à celle d'un organe d'excrétion. Ces organes présentent, en effet, une texture caverneuse et sont constitués par un substratum de tissu conjonctif, disposé sous forme de travées larges et anastomosées se réunissant et s'entrecroisant de manière à imiter des alvéoles d'inégale grandeur remplies d'éléments cellulaires. Nous retrouvons ici ces cellules dépourvues de membranes, à protoplasma irrégulier entourant un noyau plus ou moins chargé de granulations, que nous avons rencontrées dans la glande ovoïde; çà et là des granulations se sont groupées en amas volumineux et ont remplacé les cellules dans les cavités des alvéoles. C'est l'ensemble de ces cellules et de ces granulations qui donne à ces vésicules cette apparence de stries brunâtres caractéristique (Pl. V, fig. 31).

La structure des vésicules de Poli est donc, dans ses éléments essentiels, analogue à celle de la glande ovoïde, et doit les faire considérer comme des organes glandulaires remplissant probablement des fonctions d'excrétion.

CANAL DU SABLE ET CANAL GLANDULAIRE. — Nous retrouvons enfin des dispositions analogues dans les parois du canal glandulaire. Supposons une coupe de ce canal faite en un point également distant de la glande ovoïde et de la face supérieure de la lanterne. Nous obtiendrons en même temps la coupe du canal du sable. C'est la préparation que j'ai dessinée Pl. VI, fig. 40, et qui nous montre trois canaux distincts présentant des caractères très différents; l'un de ces canaux (*CS*) est le canal du sable, qu'on reconnaît de suite à son épithélium interne formé de cellules petites, allongées et très régulières; sa paroi n'est constituée que par du tissu conjonctif renfermant quelques rares granulations pigmentaires, et ces spicules calcaires en forme de croissants ou d'arcs de cercle, qu'on trouve si abondamment dans tous les tissus des Oursins. Le deuxième canal (*L*) possède une paroi conjonctive tapissée sur ses deux faces par de petites cellules épithéliales et n'a pas d'importance. Il arrive quelquefois qu'en voulant injecter le canal glandulaire par l'extrémité inférieure de la glande ovoïde, l'injection file dans un petit interstice qu'on pourrait prendre pour un vaisseau; seulement ce canal n'arrive pas jusqu'à la lanterne et il s'amincit à mesure qu'il s'éloigne de la glande ovoïde. L'existence de cet interstice s'explique facilement. La paroi conjonctive qui recouvre la glande ovoïde se continue en effet sur le canal du sable et sur le canal glandulaire, et comme ceux-ci ne sont pas absolument accolés au niveau de l'extrémité inférieure de la glande, il en résulte un petit espace vide dans lequel la canule peut venir parfois se loger, et qui n'est autre chose que le canal médian *L* qu'on aperçoit sur la coupe. Le troisième canal (*CG*) est plus important, c'est le canal glandulaire, il est un peu plus large

que le canal du sable et offre une structure bien différente. L'épithélium externe et la couche conjonctive n'ont rien de particulier dans la disposition de leurs éléments. Seulement cette dernière envoie par sa face interne plusieurs cloisons qui divisent la cavité en un certain nombre d'espaces secondaires, dont les uns sont tapissés par de petites cellules endothéliales ordinaires, et dont les autres sont au contraire traversés par des trabécules de troisième ordre qui s'anastomosent pour former de petits réseaux irréguliers à mailles fines, supportant des éléments analogues à ceux de la glande ovoïde, c'est-à-dire quelques cellules ovales à contours irréguliers, à protoplasma finement granuleux, et des cellules à protoplasma clair, entourant d'une zone irrégulière un noyau granuleux; çà et là des granulations de pigment. Entre les cellules endothéliales ordinaires et les autres éléments identiques à ceux de la glande ovoïde, on peut donc trouver des formes de passage et considérer ces derniers comme une modification de cellules endothéliales. Sur les coupes plus rapprochées des anneaux péri-buccaux, on observe que les travées conjonctives deviennent moins abondantes; tandis que si l'on continue la série des coupes vers la glande ovoïde, on voit le calibre du canal augmenter peu à peu et ses parois se continuer insensiblement, sans brusque transition, avec le tissu de la glande. Les trabécules deviennent plus nombreuses et plus régulières; les éléments qu'elles supportent plus abondants; les lacunes tapissées par un simple endothélium deviennent aussi plus nombreuses et constituent ces vaisseaux qui se ramifient en capillaires à la surface de la glande et qu'on reconnaît sur les bords de la coupe. Quant au premier canal, c'est-à-dire le canal du sable, il conserve les mêmes caractères sur toute sa longueur, et reste toujours parfaitement distinct de la glande ovoïde. A mesure que l'on se rapproche de l'extrémité supérieure de la glande, les coupes deviennent de plus en plus petites et l'on passe au canal excréteur à parois assez épaisses, d'une structure analogue à celle de la glande elle-même.

L'étude, à l'aide de coupes successives, des vaisseaux qui se rendent des anneaux péri-œsophagiens à la plaque madréporique, confirme donc les résultats auxquels nous conduisaient les injections, et montre qu'à côté du canal du sable proprement dit, existe un deuxième canal qui peut être considéré comme un prolongement de la glande ovoïde jusqu'au cercle péri-œsophagien supérieur. En d'autres termes, les anneaux péri-œsophagiens communiquent avec l'extérieur, l'un par l'intermédiaire d'un canal simple, le canal du sable, l'autre, au contraire, par l'intermédiaire d'un canal complexe, présentant sur toute sa longueur des éléments glandulaires qui s'agglomèrent en un certain point pour constituer une véritable glande.

## SPATANGIDES.

La bibliographie du système circulatoire des Spatangues est moins étendue que celle des Oursins, et je m'occuperai seulement des deux mémoires d'Hoffmann et de Teuscher. D'après Hoffmann, l'appareil circulatoire des Spatangues est constitué de la façon suivante : un vaisseau ventral (marginal interne), et un vaisseau dorsal (marginal externe), accompagnent le tube digestif et lui envoient de nombreuses branches. Le vaisseau ventral, qui suit d'abord le diverticulum sur toute sa longueur, passe sous le tube digestif au niveau de l'orifice de ce diverticulum, court sur la grande lamelle mésentérique ventrale, vient s'appliquer contre le siphon, et continue son trajet jusqu'au niveau du deuxième orifice de ce canal dans le tube digestif ; sur tout son parcours, il envoie régulièrement des vaisseaux au tube digestif. Le vaisseau dorsal ou externe, qui naît également du diverticulum, suit le bord externe du tube digestif, et lui fournit, comme le vaisseau ventral, de nombreux vaisseaux.

Le vaisseau dorsal et le vaisseau ventral ne peuvent être suivis que jusqu'à l'extrémité de la courbure inférieure (deuxième courbure d'Hoffmann) ; par conséquent, ils ne peuvent donner de branches, ni à l'œsophage, ni à l'estomac (première région de la courbure inférieure), ni à la courbure intestinale supérieure ; la distribution du sang s'y fait d'une façon particulière. Au niveau du point où le vaisseau ventral croise le siphon, il fournit une branche qui s'accôle à ce dernier et le suit jusqu'au point où il débouche dans l'estomac. C'est ce vaisseau qu'en raison de sa distribution, Hoffmann appelle *vaisseau intestinal* : il doit en effet, fournir le sang à l'œsophage, au commencement de la courbure inférieure et à toute la courbure supérieure, y compris le rectum. Peu après son origine, ce vaisseau intestinal donne naissance à un petit vaisseau, qui monte le long de l'œsophage pour se jeter dans l'anneau aquifère péribuccal : Hoffmann l'appelle *branche de communication* (*Verbindungszweig*). De l'anneau péribuccal partent les cinq vaisseaux ambulacraires et le canal du sable. Ce dernier, dont Hoffmann décrit avec soin le trajet compliqué, aboutit au *cœur aquifère* situé à l'extrémité de ce diverticulum. Cet organe présente une structure assez complexe et ressemble aussi bien à une glande qu'à un cœur. Hoffmann l'appelle tantôt *Wassergefäßherz*, tantôt *Wassergefäßsdrüse* ; ses fonctions lui sont inconnues, et il ne connaît pas d'organe homologue chez les Oursins, ni chez les Holothuries. Après sa sortie du cœur, le canal du sable vient se terminer à la plaque madréporique, en passant sous deux petites plaques calcaires qui lui constituent un appareil de protection.

Tels sont, en résumé, les renseignements qu'Hoffmann nous donne sur le système circulatoire des Spatangues. Sans parler de certaines inexactitudes et de plusieurs lacunes sur lesquelles je reviendrai plus loin, je ferai seulement ici à Hoffmann un grave reproche : ses figures ne sont pas toujours d'accord avec son texte. Il parle dans son texte d'un vaisseau intestinal chargé de distribuer le sang à l'estomac, à l'œsophage et à la courbure intestinale supérieure ; mais pourquoi passe-t-il aussi rapidement sur le trajet de ce curieux vaisseau, qu'il serait cependant très intéressant de connaître, étant donnés les différents organes auxquels il doit se distribuer ? S'il ne le décrit pas dans son texte, il le figure encore moins dans ses planches, et sa figure 42 ne s'accorde pas avec ce qu'il disait du vaisseau intestinal : « ein Ast, das Magengefäß, welcher..... sich » ungefähr bis gegenüber der Stelle wo das gewundene Organ in Magen aus- » mündet verfolgen läßt, um sich dann in Magen, Dünndarm und Oesophagus » zu verzweigen » (page 69). Or, dans cette figure 42, il représente en *t* ce vaisseau intestinal comme une branche qui longe le siphon, dont le calibre diminue insensiblement, et qui s'éteint avant d'atteindre le tube digestif. C'est ce qui existe en réalité. Le vaisseau intestinal ne mérite pas du tout ce nom ; car, après avoir donné la branche de communication, il s'amincit rapidement et disparaît. Il est assez difficile de comprendre pourquoi Hoffmann décrit ce vaisseau comme étant chargé de porter le sang à différentes régions de l'intestin, tandis que, dans sa planche, il le fait arrêter avant même d'avoir atteint le tube digestif. Je crois que le peu de mots qu'il en dit et le désaccord entre ses planches et son texte, à cet égard, montrent qu'il devait conserver certains doutes sur le trajet et les ramifications de ce vaisseau.

Teuscher n'a eu à sa disposition, pour l'étude du système circulatoire du Spatange, que des animaux conservés dans l'alcool. Il confirme quelques-uns des résultats d'Hoffmann, décrit des dispositions nouvelles, mais se montre en désaccord avec lui sur plusieurs points. Son mémoire, malheureusement, manque de clarté, et il est souvent difficile de le suivre dans ses descriptions, qu'il ne fait pas avec beaucoup d'ordre. Je vais essayer de résumer son travail le plus clairement possible. Comme chez les Oursins, le système circulatoire comprend deux parties distinctes : un système aquifère et un système circulatoire vasculaire. Chaque système possède un collier vasculaire autour de la bouche. Le système vasculaire comprend cinq vaisseaux périnerviens qui se jettent dans l'anneau péri-buccal, lequel renferme dans son intérieur le pentagone nerveux. Les vaisseaux aquifères ambulacraires, situés plus superficiellement dans les zones ambulacraires, se jettent dans l'anneau aquifère distinct du précédent, et duquel part le canal du sable, qui va aboutir à la plaque madréporique. Sur son trajet, il rencontre le cœur placé à l'extrémité du diverticulum ; mais, contrairement à ce

qu'a dit Hoffmann, il ne contracte d'autre rapport avec lui qu'un rapport de contiguïté : il lui est appliqué plus étroitement que chez l'Oursin, mais ne communique pas avec lui ; il en est toujours séparé par une paroi distincte ; si, en introduisant la canule dans le cœur et en poussant fortement, l'injection passe dans le canal, c'est qu'il y a eu rupture de la cloison qui les séparait et qui est fort mince. Il n'y a donc pas de différence entre le cœur des Oursins et celui des Spatangues ; rien, du reste, ne peut faire considérer le cœur comme étant une glande ; sa signification physiologique est la même que chez l'Oursin. C'est un organe embryonnaire ou ancestral qui n'est d'aucune utilité pour l'adulte.

Le système des vaisseaux de l'intestin concorde avec la description qu'en a donnée Hoffmann. En quelque endroit de l'intestin qu'on pratique une coupe transversale, on trouve toujours un vaisseau dorsal et un vaisseau ventral. Teuscher admet donc l'existence de deux vaisseaux marginaux se continuant sur toute la longueur de l'intestin. Quant au cercle vasculaire anal, dont Hoffmann ne parle pas, Teuscher n'a pu constater son existence d'une façon précise, mais il pense qu'il existe tout comme chez les Oursins : « Sah ich doch, dit-il en effet, wie bei Echinus, aus der ammittelbaren Nahe des Afters ein zartes Gefäss mit dem Steincanal zum Herzen hinabsteigen, welches sich auch nach dem Austritt aus demselben wiederer kennen liess, und am Mastdam sehe ich zwischen den zwei Blättern des ventralen Mesenteriums ein nicht unbedeutendes Gefäss, dicht an jene Gegend herantreten ; also ist auch sein Vorhandensein wahrscheinlich (page 535). » J'ai cité textuellement le passage de Teuscher, parce qu'il m'est impossible de comprendre ce qu'il entend par ce vaisseau qui part du voisinage de l'anus et monte vers le cœur avec le canal du sable.

Comment se fait maintenant la communication des deux systèmes circulatoires vasculaire et aquifère ? Ici les descriptions de Teuscher sont assez obscures. Il y a d'abord la branche de communication d'Hoffmann qui relie l'anneau péribuccal aquifère avec le vaisseau ventral. Mais le canal du sable est aussi en relation avec les vaisseaux de l'intestin ; cette communication se fait avec le vaisseau marginal de la courbure intestinale supérieure, au niveau du point où le canal du sable se recourbe brusquement pour passer de la face dorsale à la face ventrale. Restaient à trouver les relations de l'anneau vasculaire péribuccal, car le canal du sable et la branche de communication se jettent dans l'anneau aquifère péribuccal. Voici tout ce que Teuscher dit à ce sujet : en faisant une coupe du canal du sable au niveau de l'œsophage, il trouve à côté de lui un vaisseau d'un calibre à peu près égal et qui monte aussi le long de l'œsophage sans s'amincir ; il est très vraisemblable que ce vaisseau doit communiquer avec l'anneau vasculaire.

La lèvre supérieure est recouverte sur sa face interne par une membrane fine

et anhyste qu'Hoffmann considère comme la membrane interne du test qui s'est détachée en ce point. Si l'on fait avec précaution et par l'extérieur un petit trou dans une des pièces calcaires de la lèvre supérieure et qu'on introduise dans cette ouverture la pointe d'une canule conique, il est facile d'injecter cette cavité et son prolongement sur le bord de la lèvre inférieure; même, on voit l'injection pénétrer dans les vaisseaux ambulacraires.

Je n'ai pas suivi dans cet exposé l'ordre du mémoire de Teuscher. On voit que, sur beaucoup de points, les renseignements qu'il donne sont assez obscurs. Pour lui, il existe, comme chez les Oursins, deux vaisseaux marginaux tout le long de l'intestin, et il pense qu'il existe un cercle vasculaire anal. Une disposition aussi importante que l'existence de ce cercle devrait, pour être admise définitivement, être basée sur des observations réelles et non sur de simples suppositions. Teuscher est en désaccord avec Hoffmann sur plusieurs points, par exemple lorsqu'il décrit deux anneaux péribuccaux, deux vaisseaux distincts dans chaque zone ambulacraire, un cœur indépendant du canal du sable, résultats contraires à ceux d'Hoffmann. A propos des relations des deux systèmes vasculaire et aquifère, il parle d'un vaisseau qui accompagne le canal du sable et doit se jeter dans l'anneau vasculaire péribuccal. Mais quel est ce vaisseau, et d'où vient-il? Nous voyons bien comment il se termine au niveau de la bouche, mais nous ne connaissons pas son origine. Enfin la membrane qui recouvre la lèvre supérieure serait, pour Teuscher, une dilatation, un vaste sinus formé par l'anneau vasculaire péribuccal. Outre que cette disposition n'est pas très clairement expliquée et paraît assez bizarre, elle est encore en contradiction avec les observations d'Hoffmann.

Sur bien des points, les plus grandes divergences existent donc entre Teuscher et Hoffmann. J'ai tenu à résumer le plus complètement possible leurs mémoires, et à montrer les points sur lesquels on peut de prime-abord et avant toute observation anatomique concevoir de sérieux doutes, parce que ce sont ces points que je me suis particulièrement appliqué à élucider; mes résultats diffèrent notablement de ceux des deux savants dont je relate les observations.

Les cinq genres d'Oursins irréguliers dont j'ai pu faire l'anatomie : *Spatangue*, *Echinocardium*, *Brissopsis*, *Brissus* et *Schizaster* présentent dans la disposition des vaisseaux des différences constantes portant sur le trajet du canal du sable; le trajet et la distribution des vaisseaux du tube digestif et principalement du vaisseau marginal interne. Le genre qui me servira de type dans cette description est le *Spatangue*, dont j'ai principalement étudié la circulation à cause de sa taille et surtout de la facilité avec laquelle je pouvais l'avoir en grande quantité à Marseille. *L'Ech. flavescens* que je me procurais assez facilement est ordinairement d'une taille trop petite pour qu'on puisse aisément l'injecter. Quant aux

autres genres, tous ceux que j'ai disséqués étaient conservés dans l'alcool. Je décrirai donc le système circulatoire du *Spatangue*, en signalant, lorsqu'il y aura lieu, les différences et les particularités observées chez les autres types.

Lorsqu'on ouvre un *Spatangue* par sa face ventrale, on aperçoit très facilement, sur la grande lame mésentérique ventrale, un vaisseau d'assez fort calibre (*V.M.I.* pl. I, fig. 1, 2, 3) : c'est le vaisseau ventral de Teuscher et d'Hoffmann. Comme chez l'Oursin, j'appellerai ce vaisseau marginal interne par opposition au vaisseau marginal externe (dorsal). Ces termes, employés par M. Perrier, précisent davantage la position des deux vaisseaux que ceux de ventral et de dorsal, qui ne peuvent donner qu'une fausse idée de leurs relations. Le vaisseau marginal interne, qui émerge au-dessus de la courbure intestinale inférieure, décrit d'abord une courbe assez prononcée à convexité tournée vers l'extérieur; il est alors assez éloigné du tube digestif, puis s'en rapproche graduellement, croise le siphon, et vient s'appliquer sur le bord interne de ce dernier qu'il accompagne jusqu'au niveau de son deuxième orifice dans le tube digestif en conservant toujours le même calibre (*b*). A partir de l'orifice du siphon, le diamètre du vaisseau marginal interne diminue brusquement; il se continue jusqu'à l'extrémité de la courbure inférieure, sous forme d'un petit vaisseau très grêle qui s'éteint rapidement en donnant quelques petites branches au tube digestif, et sans atteindre la courbure supérieure.

Si nous suivons le vaisseau marginal interne en sens inverse, nous le verrons passer au-dessous du tube digestif (en *c*, fig. 1) au niveau de l'orifice du diverticulum, atteindre le diverticulum et l'accompagner jusqu'à son extrémité, en diminuant progressivement de diamètre et en lui abandonnant de nombreuses branches qui se ramifient dans l'épaisseur de ses parois.

Hoffmann décrit et figure le vaisseau interne comme donnant régulièrement et sur tout son parcours des branches au tube digestif; cela est inexact. La distribution de ces branches est bien loin d'être régulière partout, et varie suivant qu'il s'agit de la face dorsale ou de la face ventrale de l'intestin. Dans sa portion recourbée, c'est-à-dire dans sa portion non accolée au siphon, il donne à gauche sept ou huit branches, qui en partent à angle droit, arrivent au tube digestif, et s'y ramifient immédiatement en formant un plexus très serré et très riche. Ces vaisseaux se rendent également sur la face dorsale et sur la face ventrale de la courbure inférieure; ce sont les seuls, à part les petits rameaux très grêles de l'extrémité amincie du vaisseau marginal interne, qui se ramifient sur la face ventrale de la courbure inférieure. Presque tout le sang qui circule dans le vaisseau interne est destiné à la face dorsale de cette courbure, et il y arrive d'une façon particulière. Pour apercevoir cette disposition, il faut, après avoir injecté les vaisseaux, ouvrir l'animal par sa face dorsale et détacher la courbure supérieure.

Cette préparation est représentée Pl. I, fig. 2. On voit alors le vaisseau marginal interne se diviser brusquement au niveau de l'extrémité du siphon, en cinq ou six troncs volumineux qui se dirigent le long de la face dorsale de l'intestin, en sens inverse du vaisseau qui leur avait donné naissance, et s'anastomosent de suite, en se divisant rapidement pour former un réseau de capillaires très abondants et très rapprochés. Ce plexus vasculaire n'est pas développé sur toute la face dorsale de la courbure inférieure, mais sur la moitié environ; les vaisseaux s'amincissent graduellement et finissent par se perdre, sans venir s'anastomoser avec ceux du plexus qui se trouve un peu plus haut, et se développe aux dépens des branches qui partent de la région recourbée du vaisseau marginal interne.

Le vaisseau marginal interne ne donne donc pas de rameaux sur tout son trajet, et les dispositions des capillaires sont bien différentes sur la face dorsale et la face ventrale de la courbure intestinale. Hoffmann figure sur les deux faces de cette portion de l'intestin des branches qui s'échappent régulièrement du vaisseau interne, et se ramifient sur la plus grande partie de la courbure inférieure. Je m'explique difficilement son erreur à cet égard; la moindre injection montre les dispositions que je figure, et il suffit de regarder le tube digestif par sa face supérieure pour apercevoir la terminaison particulière du vaisseau marginal interne, au niveau du siphon.

La distribution du vaisseau marginal externe est plus simple et plus régulière (*VME*, Pl. I, fig. 1, 2, 3). Il suit le diverticulum sur toute sa longueur, passe de là sur le bord externe de la courbure inférieure, qu'il accompagne pendant un certain temps en conservant le même calibre jusqu'au niveau du deuxième orifice du siphon, point à partir duquel il commence à s'amincir graduellement pour disparaître tout-à-fait, vers l'extrémité de la courbure inférieure, comme le vaisseau marginal interne. Il donne au diverticulum de nombreuses branches qui s'anastomosent avec les branches analogues venues du vaisseau marginal interne, puis, sur toute son étendue, des rameaux régulièrement espacés au tube digestif, jusqu'au point où il va disparaître. Ces rameaux, qui sont distribués aux deux faces de l'intestin, s'anastomosent avec les branches du vaisseau marginal, dans les points où celles-ci forment des réseaux de capillaires.

Il résulte de cette disposition que la face dorsale de la courbure inférieure reçoit beaucoup plus de sang de la face ventrale. Je rappellerai à ce sujet les différences que j'ai signalées dans la structure des deux faces de cette courbure; dans les régions vascularisées, la couche épithéliale, d'une couleur foncée, est beaucoup plus épaisse, présente des cellules plus grosses et plus nombreuses, et un nombre considérable de cellules à mucus, caractères qui ne se retrouvent plus dans les régions dépourvues de vaisseaux.

Il en résulte aussi que le vaisseau marginal externe ne communique avec le

vaisseau marginal interne, que par l'intermédiaire des capillaires développés sur la paroi du tube digestif; il n'est pas en relation avec les anneaux péribucaux : un fait analogue existe chez les Oursins. Mais les capillaires qui réunissent les deux vaisseaux sont tellement nombreux, que la communication peut s'établir facilement. L'injection passe très rapidement du vaisseau interne dans le vaisseau externe, et il n'est pas rare, en poussant dans le vaisseau interne une injection dans un sens, de la voir revenir par l'autre bout et dans le même sens. Le trajet est facile à suivre. L'injection faite, je suppose, d'avant en arrière, se répand par les ramifications du vaisseau marginal interne au niveau de l'orifice du siphon sur la face dorsale du tube digestif, passe dans les capillaires qui communiquent avec les divisions du vaisseau externe, suit ce vaisseau jusqu'à l'orifice du diverticulum, près duquel une nouvelle anastomose avec les capillaires du vaisseau marginal interne, lui permet de reparaître dans ce dernier. Au niveau du point où il croise le siphon (*a*, fig. 1), le vaisseau marginal interne donne naissance à une branche assez forte qui se continue parallèlement au siphon, et fournit tout près de son origine un vaisseau qui remonte le long de l'œsophage et se jette dans les anneaux péribucaux (*Bc*, fig. 1, 4, 5). Hoffmann donne à ce vaisseau, déjà décrit et figuré par M. H. Milne-Edwards, le nom de *branche de communication*, parce qu'elle fait communiquer le système vasculaire proprement dit, c'est-à-dire du tube digestif, avec le système aquifère. Quoique cette séparation n'existe pas en réalité entre les deux systèmes, il n'y a pas d'inconvénient à laisser à ce vaisseau le nom qui lui a appliqué Hoffmann. La branche qui lui donne naissance a été appelée par le même savant, vaisseau intestinal : ce vaisseau, dont il a déjà été question plus haut, fournit, d'après lui, le sang aux régions du tube digestif qui ne reçoivent pas de sang des vaisseaux marginaux. En réalité, ce prétendu vaisseau stomacal s'épuise rapidement après avoir donné la branche de communication, sans même atteindre le tube digestif. J'ai fait à ce sujet des recherches très attentives, mais je n'ai vu dans aucun cas la matière colorante pénétrer plus d'un centimètre au delà de l'origine de la branche de communication. Au contraire le calibre du vaisseau diminuait progressivement, et souvent même au point où il paraissait se terminer, la matière à injection pénétrait quelque peu dans la lamelle mésentérique voisine, mais jamais rien ne pouvait me faire supposer que le vaisseau se continuât vers l'intestin. Au début, j'étais assez embarrassé, et après les affirmations d'Hoffmann, je ne comprenais pas pourquoi je n'arrivais pas à injecter le système dont il parlait; je pensais que, pour une raison quelconque que je ne pouvais soupçonner, mes injections ne réussissaient pas. J'employai alors les matières les plus pénétrantes, telles que la térébenthine colorée; sur de gros échantillons de *Spatangue*, j'introduisis une canule en cuivre dans ce vaisseau intestinal afin de pouvoir y faire une ligature, et de pousser l'injection sous une forte pression.

Les résultats étaient toujours les mêmes. Il me restait enfin un dernier moyen pour vérifier si le vaisseau se continuait ou non jusqu'au tube digestif; c'était de faire des coupes transversales successives tout le long de ce vaisseau, à partir de son origine. En pratiquant ainsi une série de coupes, il me fut facile de reconnaître que ce vaisseau, très reconnaissable au coagulum jaunâtre qui remplissait sa cavité, diminuait rapidement de volume, après avoir donné la branche de communication, et n'arrivait même pas jusqu'à l'intestin; sur les dernières coupes, il n'y a, en effet, plus trace de vaisseaux. Il n'existe donc pas de vaisseau intestinal, et encore moins par conséquent de branches qui en partent pour aller au tube digestif. C'est en se basant sur une supposition pure et simple qu'Hoffmann a pu dire qu'il fournissait le sang à l'œsophage, à l'estomac et à la courbure supérieure.

Comme chez les Oursins, les vaisseaux chez le Spatangue ne se ramifient que sur la courbure intestinale inférieure. La courbure intestinale supérieure en est totalement dépourvue, et à la première seule semble dévolue la fonction de l'absorption, facilitée par la structure particulière et les nombreuses glandes qu'on observe dans cette région.

En examinant au microscope des morceaux de tube digestif injecté, on est frappé de la richesse du réseau capillaire de ses parois; en effet, presque toute l'étendue de la paroi est occupée par des vaisseaux anastomosés, et en certains points même ils sont tellement rapprochés qu'il est impossible de distinguer les capillaires les uns des autres. Dans le diverticulum, les branches secondaires restent toujours parallèles et se divisent en branches de troisième et quatrième ordre, qui restent aussi parallèles et finissent par s'anastomoser en un plexus aussi riche que sur l'intestin.

Le trajet des deux vaisseaux marginaux de l'intestin, chez les autres types de Spatangides, est analogue à celui que nous venons de voir chez le Spatangue. Tous deux sont limités à la courbure intestinale supérieure. La distribution du vaisseau marginal interne présente cependant des modifications assez importantes et qui méritent d'être signalées. Chez tous les genres que j'ai étudiés, il offre toujours ce caractère constant de ne donner au tube digestif les rameaux secondaires les plus importants, qu'en son point de terminaison au niveau du deuxième orifice du siphon. Chez l'*Ech. flavescens*, où le siphon s'ouvre au point de réunion de la courbure inférieure avec la courbure supérieure, le vaisseau marginal interne parcourt un plus long trajet que chez n'importe quel autre type; il se termine comme chez le Spatangue, et en même temps que le siphon (Pl. III, fig. 1, 5, 6), c'est-à-dire qu'il se divise en un faisceau de cinq ou six grosses branches secondaires, qui se ramifient en nombreux capillaires sur la face dorsale de la courbure inférieure, et s'anastomosent avec les branches venues du vaisseau marginal externe; quel-

ques petits vaisseaux se rendent sur la face ventrale, mais ils y sont fort peu développés. A son extrémité opposée, c'est-à-dire dans la région recourbée non accolée de l'intestin, les vaisseaux sont moins nombreux et moins développés que chez le *Spatangue*. Chez les autres espèces, le vaisseau marginal interne ne donne plus aucune branche, qu'à partir du deuxième orifice du siphon : chez le *Brissus unicolor* (Pl. II, fig. 10), ces branches se ramifient uniquement sur la face dorsale, et offrent une disposition analogue à celle du *Spatangue* ; chez la *Brissopsis lyrifera* (Pl. II, fig. 11) et le *Schizaster canaliferus* (Pl. III, fig. 14), il fournit vers l'orifice du siphon, de nombreuses branches aux deux faces du tube digestif, et se continue jusqu'à l'extrémité de la courbure inférieure, sous forme d'un canal qui s'amincit graduellement, et qui abandonne sur tout son trajet de nombreuses branches à la face dorsale et à la face ventrale de la dernière portion de la courbure inférieure.

La distribution du vaisseau marginal externe et des vaisseaux du diverticulum est identique, chez tous les genres, à celle qui a été décrite chez le *Spatangue*. Jamais ces deux vaisseaux ne se continuent sur la courbure supérieure, qui est absolument dépourvue de vaisseaux ainsi que le rectum et l'œsophage.

La branche de communication qui relie le vaisseau marginal interne aux anneaux péribucaux, se retrouve facilement chez ces différents genres, et elle se rend directement du vaisseau intestinal à l'ouverture buccale ; elle ne naît plus, comme chez le *Spatangue*, d'une branche analogue à celle qui a été appelée vaisseau stomacal par Hoffmann. Chez le *Brissus* (BC, fig. 10), elle se détache du vaisseau marginal interne, presque vis-à-vis la bouche, descend vers la région postérieure de l'animal pour rebrousser chemin brusquement, et remonter jusqu'à la bouche le long de l'œsophage ; elle décrit donc une courbe presque fermée. En effet, la lame mésentérique ventrale s'est dédoublée à son point d'insertion sur l'œsophage en un feuillet superficiel et un feuillet profond ; c'est sur le feuillet profond que court la moitié du vaisseau qui apparaît, par transparence, à travers l'autre feuillet sur lequel est appliquée la deuxième moitié de la branche de communication.

Pour terminer la description des vaisseaux du tube digestif, je n'ai plus qu'à parler d'un système particulier de vaisseaux destinés à la première portion de la courbure inférieure, comprise entre le premier orifice du siphon et l'orifice du diverticulum, système qui paraît n'avoir été aperçu jusqu'ici par aucun observateur. Au niveau de l'orifice du diverticulum, les deux vaisseaux marginaux interne et externe forment un plexus assez serré, limité au pourtour de ce diverticulum, et qu'on ne peut apercevoir de l'extérieur ; pour le voir, il faut inciser les parois de l'intérieur et les étaler, on obtient alors l'aspect de la préparation représentée (Pl. II, fig. 7). De ce plexus sortent deux vaisseaux qui descendent de chaque

côté en suivant les bords de la courbure inférieure, vers le premier orifice du siphon; ils forment deux vaisseaux marginaux analogues aux vaisseaux des autres parties de l'intestin. Ces deux vaisseaux ( $v$  et  $v'$ , fig. 1, 2, 7) sont réunis par une série d'anneaux transversaux ( $t$ ,  $t$ , fig. 7) de distance en distance, jusqu'à leur point de terminaison, où ils s'amincissent peu à peu. Les branches transversales existent aussi bien sur la face dorsale que sur la face ventrale, elles restent simples sur tout leur trajet et ne se divisent jamais en capillaires comme les autres vaisseaux du tube digestif. Ce système s'injecte fort rarement, probablement par suite de la difficulté qu'éprouve la matière à injection à passer à travers le réseau, formé de très fins capillaires, qui entoure l'orifice du diverticulum. Le vaisseau marginal externe  $V$  donne, en outre, quelques petites branches qui se ramifient sur la lamelle mésentérique voisine, et se continuent sur la lamelle qui réunit le diverticulum aux deux courbures intestinales. Parmi ces ramifications, on remarque un vaisseau assez distinct, quoique de très petit calibre ( $v$ , fig. 1, 2, 3), auquel tous les capillaires viennent finalement se réunir, et qui va se placer entre le vaisseau marginal du diverticulum et le canal du sable; il se continue jusqu'à l'extrémité du diverticulum, en donnant, à droite et à gauche, de petites anastomoses à ce vaisseau marginal et au canal du sable, établissant ainsi une communication entre ce dernier et les vaisseaux de l'intestin.

Ce système de vaisseaux particuliers existe, fort probablement, chez tous les Spatangides, mais je ne l'ai rencontré d'une façon certaine que chez le Brissus. Sur le seul exemplaire de Schizaster que je pus injecter, j'ai vu, en injectant le vaisseau marginal interne, la matière pénétrer au-delà de l'orifice du diverticulum, dans deux petits vaisseaux transversaux qui appartiennent sans doute à ce système, mais l'injection n'ayant pas pénétré plus loin, il ne m'a pas été possible de continuer à les suivre.

Teuscher parle dans son travail d'une communication que présente le canal du sable, au niveau de son point de réflexion sur la lame mésentérique ventrale, avec les vaisseaux de l'intestin. Cette communication n'est pas celle dont je viens de parler. Il dit, en effet : « An dieser Stelle (wo die untere Darmwindung sich in die obere umbiegt) tritt der Steincanal in Verbindung mit dem Ventralblutgefäß der oberen Darmwindung, so dass alle von mir in das Herz gemachten Injectionen mehr oder weniger weit, meist einen bis zwei Zoll in dieses Gefäß eindringen, während ich eine Fortsetzung der Injectionen in das entsprechende Gefäß der untern Darmwindung niemals beobachtete » (pages 532 et 533). Or, il n'existe pas de vaisseau marginal sur la courbure intestinale supérieure; c'est un fait que les injections et les coupes mettent en évidence d'une façon certaine, et, par conséquent, il ne saurait exister une telle communication. Il

m'est impossible de comprendre ce que Teuscher entend par cette communication du canal du sable avec le vaisseau ventral de la courbure supérieure, d'autant plus que la figure qu'il donne du système circulatoire du *Spatangue*, figure qui laisse à désirer sous d'autres rapports, et où il représente en OC (pl. XXI, fig. 16) cette « obere communication der Waser-und Blutgefässe », ne donne aucun renseignement à cet égard. Elle nous montre un prolongement du canal du sable qui se continue sur la courbure supérieure et s'y termine après un court trajet; mais, comme Teuscher n'a pas figuré ce vaisseau marginal de la courbure supérieure, il n'est pas possible de se faire une idée de la disposition qu'il décrit.

Quoi qu'il en soit, le canal du sable communique bien réellement avec le système des vaisseaux de l'intestin; mais cette communication qui à la vérité doit être peu importante, vu le petit calibre des branches à l'aide desquelles elle se fait, existe au niveau du diverticulum et non au niveau de la courbure intestinale supérieure.

Le vaisseau marginal interne est la seule partie contractile de l'ensemble du système circulatoire. On peut souvent, sur des échantillons de *Spatangue* qu'on vient d'ouvrir, remarquer, surtout dans sa région non accolée au siphon, des contractions n'ayant du reste aucun caractère rythmique. Les parois du vaisseau marginal interne sont plus fortes que celles du vaisseau marginal externe, dont le calibre est souvent irrégulier et paraît dépendre de la quantité plus ou moins grande de sang qui s'y trouve : il semble n'être qu'une sorte de réservoir pour le sang du vaisseau marginal interne. On trouve dans les parois de ce dernier de nombreuses fibres musculaires, tandis que le vaisseau externe n'en possède pas. La fig. 44, pl. VI, représente une coupe transversale d'une partie du vaisseau marginal interne et de la lamelle mésentérique adjacente. La paroi du vaisseau est constituée par une couche assez épaisse de tissu conjonctif et une couche interne de fibres musculaires transversales très développées, dont les caractères sont ceux des fibres musculaires ordinaires; leurs noyaux s'aperçoivent facilement sur les dissociations. Il existe aussi quelques fibres longitudinales très rares et dont on ne trouve pas, en général, de traces sur les coupes transversales; elles se laissent cependant reconnaître sur les coupes longitudinales et sur les dissociations; elles sont éparses au milieu des fibres transversales et ne constituent pas une couche distincte. La lumière du vaisseau est ordinairement remplie par un coagulum grisâtre, finement granuleux, ne se colorant pas par le picro-carmin, dans lequel on rencontre quelques granulations de pigment et plusieurs corpuscules figurés du sang sous forme de cellules à contours et à noyaux très accusés. Ces cellules sont surtout très nombreuses dans la portion du coagulum voisine de la paroi du vaisseau et restent appliquées, souvent d'une façon très régulière,

contre la face interne de cette paroi. On pourrait même croire que l'on est en présence d'un endothélium particulier à cellules très volumineuses, si l'on ne rencontrait ces mêmes éléments au milieu de la masse du coagulum, et si une légère pression sur le couvre-objet ne suffisait pour les détacher. L'endothélium est, du reste, facile à reconnaître, non pas à l'aide des coupes, les cellules qui le constituent étant de trop petites dimensions, mais en étudiant la face interne du vaisseau soigneusement débarrassé du coagulum et colorée au picro-carmin. Les imprégnations au nitrate d'argent sur les tissus vivants le mettent également en évidence, mais elles ne réussissent pas toujours, et le précipité de chlorure d'argent qui se forme est très gênant pour l'observation. Ces cellules endothéliales sont petites, à contours assez réguliers et à noyau très apparent.

La lamelle mésentérique sur laquelle court le vaisseau vient se confondre avec le tissu conjonctif de celui-ci. Or, et nous avons déjà observé un fait analogue à propos du tube digestif, au moment où cette lamelle touche le vaisseau, elle se renforce sur ses deux faces de fibres musculaires parallèles à l'axe du vaisseau. Ces fibres se continuent même sur la paroi du vaisseau, de telle sorte que celui-ci, au voisinage de la lamelle, renferme à la fois des fibres musculaires sur les deux faces de sa couche conjonctive, les unes transversales, les autres longitudinales; ces dernières doivent être considérées comme appartenant non pas au vaisseau, mais au mésentère; elles n'existent, du reste, que sur une portion très limitée de la circonférence du vaisseau.

Le vaisseau marginal interne présente la même structure dans sa région accolée au siphon. Quant au vaisseau marginal externe et aux deux vaisseaux marginaux du diverticulum, ils sont dépourvus de fibres musculaires.

CANAL DU SABLE.— Le canal du sable (C et C', fig. 1, 2, 3, 4, 5, 8) s'étend de la bouche à la plaque madréporique. Il accompagne, sur toute sa longueur, l'œsophage, auquel il est relié par une très mince lamelle mésentérique, puis le quitte au niveau du point où l'œsophage passe à la courbure intestinale inférieure et vient se placer sur le feuillet mésentérique ventral, le long duquel il court parallèlement à la courbure inférieure. Vers le point où celle-ci se continue avec la courbure supérieure, il change brusquement de direction et, de ventral qu'il était, devient dorsal. Il se recourbe sur le feuillet mésentérique qui s'étend du diverticulum à l'intestin, et continue son chemin en ligne droite, parallèlement au vaisseau marginal du diverticulum, jusqu'à l'organe appelé cœur par les anciens anatomistes, et qui, en réalité, comme l'organe homologue des oursins, est un organe d'excrétion. J'étudierai plus loin les relations du canal du sable avec cet organe et son mode de terminaison vers la plaque madréporique.

Le trajet du canal du sable est le même chez l'Echinocardium, le Brissus et la

Brissopsis. Chez le Schizaster, son trajet est beaucoup plus court que partout ailleurs. La lamelle mésentérique ventrale ne s'étendant pas au-delà du deuxième orifice du siphon (pl. III, fig. 14, *MV*), le canal du sable change de direction à ce niveau, se réfléchit sur le bord libre de cette lamelle, plonge dans la profondeur vers le pôle apical, et arrive ainsi directement à l'extrémité du diverticulum. Il ne change donc qu'une seule fois de direction chez le Schizaster, au lieu que chez les autres types, il change de direction au niveau de l'œsophage et au niveau de la courbure inférieure.

Le canal du sable a été considéré par Hoffmann comme un canal simple. Teuscher a reconnu sur les coupes transversales qu'il est accompagné le long de l'œsophage par un deuxième vaisseau qui se rend comme lui aux cercles vasculaires péribuccaux, mais il ne donne aucun renseignement sur l'origine de ce vaisseau. Il est facile de s'assurer que le canal du sable est double tout le long de l'œsophage et s'y montre constitué par deux canaux accolés (pl. I, fig. 1, 4, 5, *C* et *C'* pl. V, fig. 34); l'un de ces canaux (*C'*), qui n'est pas appliqué immédiatement contre l'œsophage, a une couleur foncée et paraît fortement pigmentée; son calibre n'est pas le même sur tout son trajet, et il présente de petites sinuosités qui le rendent un peu irrégulier. Le deuxième canal (*C*), au contraire, immédiatement appliqué contre l'œsophage, a un trajet parfaitement rectiligne et des parois non pigmentées. Au point où l'œsophage se termine, le canal sinueux s'amincit peu à peu et cesse d'être distinct; il se confond avec le deuxième canal qui reste dès lors unique et continue son chemin jusqu'à l'extrémité de la courbure inférieure et de là jusqu'à l'organe d'excrétion. Une coupe transversale du canal du sable (fig. 34) rend bien compte de l'existence et de la disposition réciproques de ces deux canaux.

VAISSEAUX AMBULACRAIRES. — Lorsqu'on fait une injection par le vaisseau marginal interne, la matière passe facilement dans la branche de communication et va remplir un cercle vasculaire qui entoure la bouche sous forme d'un pentagone à côtés inégaux correspondant à peu près au pourtour du péristome, puis pénètre ensuite dans le canal du sable et dans les vaisseaux ambulacraires. L'anneau vasculaire péribuccal paraît toujours être un canal simple, ainsi qu'Hoffmann l'a figuré. Cependant un fait m'avait d'abord étonné: le plus ordinairement, la matière pénètre dans les deux moitiés du canal du sable, d'autres fois elle ne pénètre que dans une seule, tantôt dans la moitié externe, tantôt dans la moitié interne; de plus, il me semblait que, sur certaines pièces injectées, le cercle péribuccal était plus large que sur d'autres. En examinant à la loupe une pièce injectée où l'anneau paraissait très grêle et dans laquelle une des moitiés seule du canal du sable avait été remplie par la matière, j'ai pu distinguer, tout à côté de l'anneau

injecté, un deuxième cercle dont rien ne faisait soupçonner l'existence. En l'injectant avec une substance d'une couleur différente de celle qui avait servi dans le premier cas, le liquide remplit ce deuxième cercle, passa dans la moitié du canal du sable non injectée et pénétra dans les zones ambulacraires en remplissant des vaisseaux différents de ceux qui avaient été injectés tout d'abord. Il était facile de s'assurer que les deux anneaux étaient parfaitement distincts et que, de plus, le pentagone nerveux apparaissait sous forme d'une petite bandelette parfaitement indépendante et située un peu en dehors de ces vaisseaux (pl. I, fig. 4 et 5). En faisant l'expérience inverse, c'est-à-dire en injectant avec des matières colorantes différentes les deux vaisseaux dont la réunion constitue le canal du sable au niveau de l'œsophage, on obtient un résultat identique.

L'étude de pièces ainsi injectées permet d'arriver aux conclusions suivantes. Il existe autour de la bouche des Spatangues deux anneaux vasculaires distincts (fig. 4, 5, *AE*, *AI*), comme chez les Oursins, indépendants du système nerveux, mis en communication chacun avec une des moitiés du canal du sable, et fournissant tous deux des vaisseaux aux zones ambulacraires. La branche de communication est en connexion avec les deux anneaux; simple sur presque toute sa longueur, elle se bifurque à son extrémité et chacune des deux branches se jette dans un des cercles péribuccaux. Teuscher avait donc parfaitement raison en disant qu'à côté du canal du sable se trouvait un autre canal qui devait communiquer avec l'anneau vasculaire. Seulement, induit en erreur par un fait qu'il a mal interprété à mon avis, il a considéré cet anneau vasculaire comme formant une vaste dilatation au niveau de la lèvre supérieure, un large sinus limité par cette membrane qu'Hoffmann avait prise pour la membrane interne du test détachée à ce niveau. Il est facile de répéter l'expérience de Teuscher, et de s'assurer qu'elle est exacte; en introduisant une canule en cuivre fortement conique dans une ouverture pratiquée sur l'une des pièces de la lèvre supérieure, la matière remplira le sinus en question et pénétrera dans les zones ambulacraires. Or, nous verrons tout-à-l'heure que l'espace injecté dans ces dernières ne peut être considéré comme un vaisseau; quant au sinus de la lèvre supérieure, il reste toujours distinct des anneaux péribuccaux avec lesquels il ne communique pas. On peut injecter ces anneaux après avoir injecté le sinus, s'assurer qu'ils conservent toujours le même calibre, et sont parfaitement réguliers; reste à déterminer la nature de ce prétendu sinus.

Les deux vaisseaux qui se rendent dans chaque zone ambulacraire sont, comme les anneaux péribuccaux, distincts et indépendants du nerf. Une coupe transversale d'un ambulacre de Spatangue (pl. III, fig. 35) présente les mêmes dispositions que chez l'Oursin; un vaisseau de petit diamètre, superficiel ou interne (*Vs*), un deuxième vaisseau plus large situé en dehors (*Vp*), et enfin le nerf

placé entre ce dernier et la paroi interne du test (*N*). Le nerf ambulacraire n'est pas immédiatement appliqué contre le test; il est situé au milieu d'un espace clos (*Cg*) limité en dedans par le vaisseau externe et en dehors par le test. Or, c'est cet espace (*Cg*) que Teuscher considère comme un vaisseau et qu'il appelle vaisseau périnervien. Pas plus que chez les Oursins, cet intervalle n'est un vaisseau et il n'a pas de relation avec les anneaux péri-buccaux. C'est précisément dans cet intervalle que vient pénétrer la matière colorante quand on injecte le sinus de la lèvre supérieure. On peut du reste s'assurer sur des pièces injectées que les véritables et seuls vaisseaux des ambulacres, sont ceux dont la coupe est représentée en *Vs* et *Vp*, fig. 35. De plus, il est possible d'injecter les anneaux péri-buccaux par les vaisseaux ambulacraires, et suivant que la canule sera placée dans le vaisseau interne ou dans le vaisseau externe, on remplira le cercle interne ou le cercle externe. Si, au contraire, la canule vient se loger dans l'intervalle *Cg*, la matière remplira l'espace compris entre la lèvre supérieure et la membrane qui la recouvre intérieurement. On ne peut donc pas considérer cet intervalle, ni le sinus de la lèvre supérieure, comme appartenant au système circulatoire, mais simplement comme une portion de la cavité générale, plus ou moins parfaitement close, dans laquelle est placé le système nerveux, comme chez les Oursins.

Les deux vaisseaux ambulacraires envoient des branches aux vésicules ambulacraires. Chaque vésicule correspondant à un tube ambulacraire, on doit s'attendre à les trouver très nombreuses dans la région péristomienne et dans les ambulacres pétaloïdes. C'est là, en effet, qu'elles sont le plus développées. Elles se présentent dans la zone péristomienne sous forme de petites vésicules arrondies, pyriformes, à parois lisses, transparentes, complètement gonflées par le liquide sanguin, et d'autant plus éloignées les unes des autres qu'on s'écarte du péristome. Les vésicules des ambulacres pétaloïdes ressemblent, au contraire, à celles des Oursins; elles sont allongées, aplaties, serrées les unes contre les autres; leur cavité est séparée en nombreuses chambres secondaires par de petites cloisons allant d'une face à l'autre. La structure de leurs minces parois est la même que chez les Oursins : un épithélium externe, une couche conjonctive, une couche musculaire et enfin un revêtement épithélial interne. Le tissu conjonctif est formé de fibres dirigées principalement suivant l'axe de la vésicule. Les fibres musculaires forment une couche discontinue, moins développée dans les vésicules des ambulacres pétaloïdes. Dans les vésicules péristomiennes, cette couche musculaire offre un aspect caractéristique, représentée pl. VI, fig. 39; les fibres musculaires sont disposées par groupes parallèles, dont les zones de contraction sont à peu près égales, et arrivent presque à la même hauteur en formant ainsi des lignes plus ou moins ondulées de fibres-musculaires contractées. La direction de ces fibres est perpendiculaire à l'axe de la vésicule.

Les deux vaisseaux qui se rendent à la vésicule sont accolés aux nerfs ambulacraires et restent distincts jusqu'à leur entrée dans la vésicule. Les vésicules péristomiennes, comme celles qui n'appartiennent pas aux ambulacres pétaloïdes (sauf chez le Schizaster, dans le sillon ambulacraire antérieur, où les pores sont doubles sur chaque plaque), communiquent avec leur tentacule par un seul canal passant par le pore unique qui correspond à la base de ce dernier. Les vésicules des pétales communiquent, au contraire, avec leur tube ambulacraire, par deux prolongements qui passent par les deux pores de chaque plaque.

Dans les zones ambulacraires ventrales postérieures, l'ordre régulier des vaisseaux secondaires, qui partent du tronc commun pour se diriger alternativement à droite et à gauche, est troublé au niveau de la fasciole infra-anale. On sait que celle-ci enferme dans son aire deux (*Spatangue*) ou trois (*Echinocardium*, *Brissopsis*, etc.) paires de tentacules très développés, souvent même plus longs que ceux de l'aire péristomienne, et qui par conséquent se trouvent éloignés des troncs ambulacraires. Aussi les vaisseaux qui les desservent sont-ils plus longs, et naissent tous du même côté des vaisseaux principaux, pour se diriger vers la ligne médiane.

STRUCTURE DE L'ORGANE D'EXCRÉTION ET DU CANAL DU SABLE. — Il me reste maintenant à étudier, chez les Spatangides, l'organe homologue à la glande ovoïde des Oursins, ses rapports avec la plaque madréporique, et à dire quelques mots de la structure du canal du sable. Cet organe, jusqu'ici appelé cœur, n'est autre chose qu'une glande ayant tous les caractères d'un organe d'excrétion, comme la glande ovoïde des Oursins. Cet organe, en raison de sa forme, ne peut être désigné sous le nom d'ovoïde; je l'appellerai *glande madréporique* à cause de ses relations avec la plaque de ce nom.

La glande placée, sur le trajet du canal du sable, à l'extrémité du diverticulum, auquel elle est réunie par un étroit feuillet mésentérique et reliée à la face interne du test par une lame mésentérique qui se continue avec celle qui s'étend sur toute la longueur du rectum, est d'un couleur foncée et assez volumineuse. Le feuillet mésentérique qui la maintient en position fixe se dédouble pour lui fournir une enveloppe épaisse et résistante. Les détails donnés par Hoffmann et Teuscher sur sa structure sont assez incomplets. Hoffmann y a trouvé « un stroma très délicat dans les mailles duquel sont renfermées des cellules; le stroma est constitué par des fibres très fines, les cellules sont petites et plus ou moins pigmentées »; et Teuscher, « une masse conjonctive granuleuse renfermant des noyaux, des cellules et des fibres. Il n'y a pas de raison, dit-il, pour considérer ces fibres comme musculaires et du reste, à cause de leur peu de développement et de leur disposition irrégulière, elles ne pourraient être les agents de contraction du

cœur. Cependant il existe une grande cavité centrale avec des cavités accessoires qui manquent chez les Oursins ; cette grande cavité est divisée en chambres secondaires par des cloisons et de minces trabécules ».

Ces descriptions sont insuffisantes : elles nous apprennent seulement que l'organe est constitué par des fibres et des cellules, et non pas comment sont disposés ces éléments, quelle valeur on doit leur donner ni quelle signification il faut attribuer à cet organe qu'Hoffmann appelle tantôt *Wassergefäßs Herz*, tantôt *Wassergefäßsdrüse*, et que Teuscher appelle *cœur* en ajoutant qu'il doit être un reste ancestral ou embryonnaire, inutile à l'adulte, et que rien dans sa structure ne permet de lui attribuer le rôle d'une glande, ni ne justifie l'expression *Wassergefäßsdrüse*. Il est probable que la difficulté éprouvée par ces deux savants, à reconnaître la structure de cet organe, doit tenir au mode de préparation et à l'état de conservation des pièces dont ils se servaient ; car Hoffmann étudiait des pièces traitées par les solutions chromiques, et Teuscher, des animaux conservés depuis longtemps dans l'alcool. Or, il n'est pas possible d'obtenir des préparations convenables, si l'on n'emploie pas des pièces fraîches et surtout traitées par l'acide osmique. Une coupe transversale (Pl. V, fig. 28 et 29) faite sur une pièce préalablement fixée par ce réactif et durcie ensuite par l'alcool, montre tout d'abord qu'il n'existe pas de cavité centrale, et permet après coloration de reconnaître les dispositions suivantes. La portion périphérique est constituée par une couche épaisse de tissu conjonctif à fibres distinctes, tapissée extérieurement par de petites cellules épithéliales ; elle n'appartient pas en propre à la glande et n'est autre chose que son enveloppe mésentérique. Le parenchyme spongieux est formé de trabécules de tissu conjonctif hyalin et transparent, plus lâches et plus espacées vers la périphérie, plus minces et plus serrées dans la portion centrale (*FC*). A la périphérie, ces travées semblent se grouper suivant un certain ordre pour former de petits acini distincts ; mais, à mesure qu'on s'avance vers le centre, on voit les acini perdre leur individualité ; les trabécules s'entrecroisent en divers sens, pour former un tissu à mailles irrégulières et limitent ainsi des alvéoles de dimensions différentes, très petites dans la partie centrale, et remplies d'éléments cellulaires particuliers, identiques à ceux de l'organe homologue de l'Oursin, mais de dimensions moindres. Ce sont des cellules (*Cr*) à noyau granuleux et assez gros, entouré d'une zone de protoplasma clair dépourvue de membrane d'enveloppe, et présentant de petits prolongements qui peuvent s'anastomoser les uns avec les autres, et former ainsi quelquefois à l'intérieur de l'alvéole un reticulum très fin, uniquement formé de protoplasma. Ces cellules très nombreuses, sont appliquées contre la paroi des alvéoles, ou en remplissent les cavités. Les unes ont un noyau finement granuleux, d'autres l'ont chargé de granulations plus fortes ; dans d'autres, enfin, le noyau n'est plus qu'un amas de granulations

rouges ou jaunes, entourées par une mince enveloppe protoplasmique. D'autres cellules, beaucoup moins nombreuses, apparaissent comme des masses de protoplasma finement granuleux, présentant un contour net et un noyau petit, plus ou moins granuleux. Enfin, on rencontre de nombreux amas de pigment rouge ou jaune (*G*) analogues à ceux qu'on trouve dans la cavité générale : ce sont tantôt de petites sphères, tantôt de grosses taches de pigment. Ils sont surtout abondants dans la région périphérique de la glande, et se forment évidemment aux dépens des cellules logées dans les alvéoles. Ces masses de pigment ne sont pas également développées chez tous les individus ; chez les uns, elles sont peu abondantes relativement aux éléments cellulaires : c'était le cas pour les deux préparations qui sont dessinées ici ; tandis que chez d'autres, elles sont très nombreuses et constituent en grande partie le contenu des alvéoles périphériques. Les caractères essentiels de cette glande sont donc identiques à ceux de la glande ovoïde des Oursins : un reticulum conjonctif supportant des éléments cellulaires qui subissent une dégénérescence particulière, dont le résultat final est la formation de nombreux amas pigmentaires.

Il est important d'étudier les rapports exacts de cette glande avec le canal du sable, et de rechercher si elle peut ou non en recevoir du sang, d'autant plus que, sous ce rapport, Hoffmann et Teuscher sont arrivés à des résultats absolument différents ; le premier la considère comme une dilatation du canal du sable, tandis que le second affirme qu'elle en est distincte et que ce canal lui est simplement accolé. Des coupes faites sur toute la longueur du canal du sable, qui montrent en même temps la structure de ses parois, sont à cet égard très intéressantes. Au niveau de l'œsophage (Pl. V, fig. 34), le canal du sable est double, et les deux canaux qui le constituent, à parois formées par du tissu conjonctif, ne diffèrent l'un de l'autre que par ce fait que le canal le plus voisin de l'œsophage (*C*) est tapissé par des cellules endothéliales ordinaires, tandis que dans le canal *C'* elles sont remplacées par des cellules plus grosses à noyau volumineux fortement granuleux et par des amas de pigment. A partir de l'extrémité de l'œsophage, le canal *C'* ayant disparu, la coupe ne présente plus qu'un canal unique tapissé par de petites cellules endothéliales, et dont les caractères ne se modifient pas tant qu'il reste appliqué sur la lamelle mésentérique ventrale. Mais sitôt qu'il arrive à la face dorsale et atteint le diverticulum, sa lumière se divise en deux ou trois cavités secondaires, par des cloisons longitudinales (Pl. IV, fig. 24, *C*), et les caractères des cellules endothéliales commencent à se modifier ; ce sont maintenant des cellules plus grosses, à noyau granuleux, à zone protoplasmique irrégulière, et qui, au lieu de former un simple revêtement sur la face interne des parois, se sont multipliées et remplissent en partie les cavités secondaires du canal. A mesure que les coupes deviennent plus voisines de la glande, les cloisons deviennent plus nombreuses et les éléments cellulaires se groupent de façon à prendre

l'apparence qu'ils présentent dans la glande elle-même, au tissu de laquelle on passe par gradations insensibles. Le canal du sable est donc bien en communication avec cette dernière, et même en parfaite continuité de tissu avec elle ; cela est si vrai, qu'il est impossible de dire exactement où l'un finit et où l'autre commence. Jamais, sur les coupes de la glande, on ne trouve de traces d'un canal qui lui serait accolé, comme le dit Teuscher. Mais continuons les coupes vers l'extrémité apicale de la glande. A mesure qu'on s'en rapproche et que le parenchyme glandulaire devient moins développé, on voit se différencier peu à peu deux canaux particuliers (Pl. V, fig. 30), l'un central (*CM*), qui apparaît le premier à l'extrémité amincie de la glande, et dont la cavité est divisée par de nombreuses cloisons tapissées de cellules identiques à celles de cette dernière, dont il reproduit la structure ; l'autre périphérique qui ne s'aperçoit que sur les coupes suivantes (*CV*), et qui est tapissée intérieurement par un revêtement cellulaire régulier. Le plus ordinairement, les lacunes que limitent les cloisons du canal *CM* sont remplies d'un coagulum grisâtre et finement granuleux, renfermant souvent de nombreuses cellules détachées de la paroi par l'action du rasoir, et qui n'est autre chose que la sécrétion coagulée de l'organe d'excrétion. Finalement, le tissu de la glande disparaît et les deux canaux restent seuls ; ils se dirigent parallèlement l'un à l'autre vers le pôle apical.

Lorsqu'on fait une injection par le canal du sable dans la direction de la glande, on voit la matière remplir facilement le tissu spongieux de celle-ci et apparaître à sa surface sous forme de petites arborisations vasculaires plusieurs fois ramifiées (pl. II, fig. 6 *Ca*). Les coupes transversales faites sur une pièce ainsi injectée (pl. II, fig. 9), montrent que l'organe est pénétré tout entier par la matière, laquelle vient occuper tous les espaces vides de son intérieur et en remplir les alvéoles, résultat qui, du reste, devait être prévu, d'après l'étude des coupes successives. Après avoir rempli l'organe d'excrétion, la matière colorante pénètre dans un ou deux canaux superficiels (*Vc*) qui courent sur le feuillet mésentérique étendu de l'extrémité de la glande à la face interne du test. Cette lamelle mésentérique se continue sur les deux petites plaques calcaires annexées à la face interne du test, au niveau de la plaque madréporique et va se perdre sur l'extrémité des conduits génitaux, avec les parois desquelles elle se confond (pl. II, fig. 6, *Cg*) ; or, l'injection qui avait pénétré dans les canaux *Vc* (tantôt il existe deux canaux, tantôt il n'en existe qu'un seul) se perd dans l'épaisseur de ce feuillet mésentérique en formant un réseau à mailles larges et irrégulières (*Rv*). Il semble que la matière pénètre dans les interstices du tissu conjonctif de cette lamelle plutôt que dans un système de vaisseaux définis et à parois distinctes ; souvent même elle la traverse et apparaît dans la cavité générale. C'est précisément ce canal *Vc* dont la coupe transversale est figurée en *CV*, pl. V, fig. 30.

En même temps que la matière colorante va se perdre au milieu du tissu con-

jonctif de cette lamelle mésentérique, on la voit sortir par la plaque madréporique et se répandre à l'extérieur. En effet, la dissection de la glande (pl. III, fig. 19) permet de reconnaître au milieu des travées qui en forment le tissu spongieux, de petits canalicules qui se dirigent vers son extrémité et s'y réunissent en canaux plus gros qui convergent tous vers un canal unique (*CM*); celui-ci sort de la glande pour se diriger vers la plaque madréporique, au dessous du canal *Vc* de la fig. 6; c'est le canal dont nous avons vu la coupe en *CM*, fig. 30 et qu'on peut appeler canal madréporique. Constamment recouvert par le feuillet mésentérique dont il était question tout à l'heure, il vient se placer dans l'espace triangulaire formé par la réunion des deux petites plaques *P* et *P'* qui ont été rabattues de côté dans la figure 19. L'espace laissé libre entre ce canal et les parois des plaques qui lui forment en quelque sorte un appareil de protection, est en partie comblé par un tissu spongieux brunâtre simplement formé de fibres conjonctives et de granulations de pigment. Ce canal ne débouche pas directement à l'extérieur à travers les pores de la plaque madréporique; son extrémité se perd au milieu du tissu spongieux qui l'entoure. La matière à injection qui l'avait pénétré peut tout aussi bien s'échapper au dehors à travers les pores de cette plaque ou se répandre dans les mailles du tissu spongieux et rentrer dans la cavité générale. Chez certains individus, le canal madréporique reste distinct jusque vis à vis la plaque madréporique : c'était le cas pour la pièce qui est représentée fig. 19; d'autres fois, il perd son individualité beaucoup plus tôt et se confond avec le tissu spongieux sitôt qu'il pénètre dans l'espace triangulaire limité par les deux plaques.

Deux canaux différents s'échappent donc de la glande madréporique chez les *Spatangues* : l'un qui, en raison de sa structure, semble en être le prolongement et représente son canal excréteur, se continue vers la plaque madréporique et permet au liquide sécrété par la glande de se répandre à l'extérieur; l'autre, au contraire, qui ne débouche pas au dehors et ne tarde pas à se perdre au milieu des interstices du tissu conjonctif.

Les considérations qu'on peut déduire de cette disposition seront exposées et discutées dans le paragraphe suivant où j'essaierai de comparer le système circulatoire chez les *Oursins* réguliers et chez les *Spatangues*, et d'indiquer les quelques notions que peuvent nous fournir les données anatomiques sur le rôle du système circulatoire et ses relations avec la nutrition générale de l'oursin.

Dans les descriptions qui précèdent, je n'ai pas fait de distinction entre le système aquifère et le système vasculaire proprement dit. Cependant la plupart des auteurs qui ont décrit l'appareil circulatoire des oursins, ont toujours indiqué chez ces animaux deux systèmes distincts : l'un remplissant plus spécialement les fonc-

tions de nutrition, c'est le système auquel appartiennent les vaisseaux de l'intestin, l'autre servant plus particulièrement à la locomotion et à la respiration, et mis en communication avec l'extérieur par le canal du sable et la plaque madréporique. Nous avons donc à examiner si cette distinction existe réellement et si elle se rencontre au même degré chez les Oursins et chez les Spatangues.

Si nous considérons dans son ensemble l'appareil circulatoire d'un Régulier tel qu'il a été décrit plus haut, nous trouverons qu'en effet il paraît exister deux systèmes bien distincts : un premier système composé des vaisseaux ambulacraires simples ou doubles, suivant la portion de leur trajet où on les considère, et se jetant dans un anneau péribuccal, duquel part un canal qui aboutit directement à la plaque madréporique ; et un deuxième système comprenant les vaisseaux de l'intestin qui se réduisent, en dernière analyse, à de nombreux capillaires développés sur les parois du tube digestif, et se réunissent en un vaisseau marginal interne qui se jette dans un deuxième anneau périœsophagien ; de celui-ci s'échappe un canal qui aboutit à la plaque madréporique, mais sur le trajet duquel se trouve interposé un organe d'excrétion. Or, ces deux systèmes ne communiquent que par deux points, encore ces communications ne sont-elles pas directes et l'une d'elles ne doit être que de faible importance ; c'est au niveau de la plaque madréporique et par l'intermédiaire des vésicules de Poli qui reçoivent le sang des deux cercles externe et interne, que les deux systèmes sont mis en relation. Nous savons en effet que le canal excréteur de la glande ovoïde, qui n'est en somme que la continuation du canal glandulaire dépendant de l'anneau œsophagien interne, se termine avec le canal du sable dépendant de l'anneau externe dans un espace commun, limité d'une part par la plaque madréporique, et d'autre part par une membrane très fine, continuation de la lamelle mésentérique étendue de l'œsophage au rectum. M. Perrier a déjà fait remarquer que l'injection faite par le canal excréteur de la glande ovoïde remplissait cet espace et pénétrait dans le canal du sable. Il peut donc y avoir à ce niveau communication entre les deux systèmes. Remarquons qu'ici, comme au niveau des vésicules de Poli, la communication des deux systèmes ne se fait pas à plein canal : le sang qui se trouve dans l'anneau supérieur peut passer dans l'anneau inférieur, mais à la condition de traverser le tissu des glandes de Poli ou de la glande ovoïde. Il semble donc que chez les Oursins les deux systèmes conservent leur indépendance.

Or, ces deux systèmes qui étaient distincts chez l'Oursin, ne le sont plus chez le Spatangue. Il y a bien deux anneaux vasculaires autour de la bouche, mais chacun d'eux envoie des branches dans les zones ambulacraires ; les deux vaisseaux qui constituent le canal du sable au niveau de l'œsophage et dont chacun est en communication avec un des cercles péribuccaux, ne tardent pas à se fusionner en un canal unique qui se termine dans la glande placée à l'extrémité du diverticulum ;

enfin le vaisseau marginal interne, ou, ce qui revient au même, la branche de communication, se bifurque à son extrémité et communique à la fois avec les deux anneaux. La fusion des deux systèmes est donc ici aussi complète que possible, et il serait difficile d'admettre une distinction entre un système aquifère et un système vasculaire.

Les dispositions qui existent chez les Oursins réguliers étant primitives, puisque ces animaux sont plus anciens que les Spatangues, on peut admettre en principe que chez les Echinides l'appareil circulatoire est constitué typiquement par deux systèmes distincts qui conservent leur indépendance chez les Réguliers où ils sont affectés, l'un à l'absorption des principes nutritifs, l'autre à la locomotion, mais qui se confondent chez les Spatangues, tout en gardant cependant des traces de leur première séparation. Or, nous savons que le système des vaisseaux aquifères (vaisseaux ambulacraires et canal du sable) provient du système aquifère de la larve, destiné à mettre, chez le Plutéeus, la cavité générale en communication avec l'extérieur, système qui apparaît de fort bonne heure et doit, par conséquent, être très ancien. Le système vasculaire développé sur les parois du tube digestif, n'apparaît que beaucoup plus tard, lorsque le jeune Oursin s'est déjà formé sur le Plutéeus. Tandis que le premier système, d'origine larvaire, conserve chez les Echinides et chez tous les Echinodermes à peu près les mêmes caractères, il semble, au contraire, que l'ensemble des vaisseaux qui constituent ce système plus nouveau, ait été susceptible, chez les Echinides, de varier dans des limites assez étendues, à partir du moment où le trajet de l'intestin s'est modifié par suite du changement de position relative de la bouche et de l'anus. Les dispositions différentes qu'il affecte chez les Spatangides actuels montrent, en effet, qu'il ne possède pas dans sa distribution les caractères constants qu'il conserve toujours chez les Oursins réguliers. Nous avons vu le vaisseau marginal interne se terminer en des points variables de la courbure inférieure et présenter des dispositions très différentes selon les genres. Il n'y a rien d'étonnant à ce que ce système récent qui, chez les Réguliers, conserve son indépendance primitive et ne se met que très indirectement en rapport avec le système aquifère, puisse, en même temps qu'il subit de profondes modifications, se subordonner chez les Spatangues au système aquifère et tendre à se confondre avec lui.

Du reste, les modifications anatomiques qui, chez les Spatangues, ont intéressé certains organes appartenant au système circulatoire ou étant en rapport plus ou moins direct avec lui, ont dû avoir une influence immédiate sur son développement et ont pu contribuer dans une certaine mesure à la fusion des deux systèmes. Nous savons, en effet, que les tubes ambulacraires qui, chez les Oursins, servent à la locomotion et sont développés sur toute la surface du corps en nombre variable, mais généralement assez considérable sur chaque plaque ambulacraire, forment

toujours un système important; chez les Spatangues, au contraire, leur ensemble perd beaucoup de cette importance; chaque plaque ambulacraire ne porte qu'un seul tentacule; de plus, un certain nombre d'entre eux s'atrophient, les autres se localisent dans des régions limitées peu étendues, enfin, ils sont incapables de jouer un rôle quelconque dans l'acte de la locomotion. Cette réduction remarquable dans le nombre, le développement et l'importance des tubes ambulacraires est constante dans toute la classe des Spatangides, et constitue par conséquent un trait de structure caractéristique de ces êtres. Nous savons aussi que les vésicules de Poli, étroitement liées chez les Réguliers aux deux anneaux vasculaires de la face supérieure de la lanterne, n'existent plus chez les Spatangues. La disparition de ces vésicules et la réduction des tubes ambulacraires, particularités auxquelles il convient d'ajouter la disparition de l'appareil masticateur et le déplacement subi par les organes digestifs, ont dû amener des changements corrélatifs dans certains vaisseaux qui ont suivi des directions différentes de celles qu'ils avaient primitivement, se sont rapprochés, se sont confondus. C'est ainsi que les anneaux périœsophagiens, primitivement séparés du test, sont venus s'y accoler après la disparition de l'appareil masticateur. Ces mêmes changements ont peut-être aussi déterminé les vaisseaux des zones ambulacraires à se rapprocher du péristome, où précisément se trouvent les tentacules les plus développés et à s'ouvrir séparément dans les anneaux vasculaires. Quant au canal du sable, qui s'étendait d'abord en ligne droite des anneaux périœsophagiens au pôle apical, l'apparition de lamelles mésentériques solides a provoqué dans son trajet certaines modifications et l'a forcé à prendre une voie détournée pour arriver à la plaque madréporique.

Cependant ces changements profonds survenus dans le système circulatoire des Spatangues, paraissent avoir une importance plus considérable au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique, car le même liquide circule dans les vaisseaux du tube digestif et dans ceux des ambulacres (du moins un liquide ayant les mêmes propriétés et renfermant des éléments figurés identiques). Les Spatangues et les Oursins présentent d'ailleurs, dans la disposition de leur système circulatoire, d'assez nombreux points de ressemblance. Ainsi, l'existence de deux cercles vasculaires autour de l'œsophage, l'interposition sur un certain point du trajet des vaisseaux d'un organe glandulaire, destiné sans doute à débarrasser le sang de produits inutiles et à les laisser s'échapper au dehors à travers la plaque madréporique, l'existence de deux vaisseaux dans chaque zone ambulacraire, envoyant tous deux des branches dans les vésicules ambulacraires, disposition éminemment favorable à la circulation du sang, sont des particularités qui se retrouvent dans tous les représentants des deux ordres.

Le fait qui frappe le plus dans la distribution des vaisseaux sur les parois du

tube digestif, est le développement considérable des capillaires sur la courbure inférieure, tandis que la courbure supérieure en est totalement dépourvue. C'est là un fait constant, reconnu chez les Oursins par M. Perrier et que j'ai vérifié chez les Spatangides. Même chez ces derniers, la localisation des capillaires s'est encore accentuée davantage, puisque les vaisseaux ne se rendent que dans certaines régions spéciales de la courbure inférieure, la face dorsale par exemple, dont la structure est différente de celles qui n'en reçoivent pas. Il est aussi intéressant de constater que le trajet du vaisseau marginal interne est lié à celui du siphon, et que les modifications que celui-ci peut éprouver semblent entraîner dans le trajet du vaisseau des modifications correspondantes. Seulement, à cet égard, les divers genres de Spatangides présentent des dispositions différentes. Au lieu que chez le Spatangue, l'Echinocardium et le Brissus, le vaisseau marginal interne ne fournit de branches qu'à la région, située en deçà du deuxième orifice du siphon, reporté vers l'extrémité de la courbure inférieure, chez le Schizaster et la Brissopsis, au contraire, les capillaires n'existent que sur la région située au-delà de l'orifice du siphon, qui s'ouvre chez ces deux genres en un point plus éloigné de l'extrémité de la courbure inférieure. Cependant, malgré ces dispositions différentes, il n'en reste pas moins évident que dans les deux ordres, la première courbure joue le rôle le plus important dans les phénomènes de digestion et d'absorption ; c'est là que les capillaires intestinaux puisent les principes nutritifs pour les porter ensuite dans le système circulatoire. Toutefois, il est probable que la deuxième courbure n'est pas complètement étrangère à la nutrition générale de l'organisme, et il est possible que tous les principes nutritifs élaborés dans la première courbure ne soient pas absorbés par les capillaires intestinaux, et que la partie non absorbée par ces capillaires passe dans la deuxième courbure et pénètre alors par endosmose, à travers les parois de l'intestin dans le liquide de la cavité générale.

Les capillaires du tube digestif se réunissent finalement dans le vaisseau marginal interne, qui aboutit à l'un des anneaux ou aux deux anneaux vasculaires, desquels partent tous les vaisseaux de l'Oursin ou du Spatangue. Les vaisseaux de l'intestin doivent être considérés comme les origines du système circulatoire, mais il n'est pas possible d'indiquer le sens de la circulation. Y a-t-il même des courants définis, constants, établissant une circulation au sens physiologique du mot, ou bien seulement une simple oscillation de liquide, provoquant des courants irréguliers, s'effectuant dans diverses directions et produite par la contraction du vaisseau marginal interne chez le Spatangue, du vaisseau marginal interne et du vaisseau collatéral chez l'Oursin ? Cette dernière hypothèse est la plus probable, c'est même la seule admissible ; car il est impossible, en considérant l'ensemble de l'appareil circulatoire, d'établir dans quel sens pourrait se faire la

circulation. Le problème se complique encore de ce fait que les connexions des vaisseaux intestinaux avec le reste du système circulatoire sont différentes chez les Oursins et chez les Spatangues, et parce qu'il existe sur le trajet des vaisseaux des organes glandulaires remplissant des fonctions d'excrétion, dont les uns, propres aux Oursins, n'ont de connexion qu'avec le système circulatoire, ce sont les vésicules de Poli, dont les autres sont interposés entre les vaisseaux et l'extérieur, à savoir la glande ovoïde des Oursins, et la glande placée à l'extrémité du diverticulum chez les Spatangues. Il semble donc que chez les Echinides, il n'y ait pas de sens défini pour la circulation ; poussé par la contraction des vaisseaux de l'intestin, le sang peut tour à tour aller dans un sens ou dans l'autre, et il y a toujours mélange du liquide venant de l'intestin et du liquide venant des vaisseaux ambulacraires, qui a pénétré dans les tentacules et a pu y respirer. Il est bien probable aussi qu'il y a mélange du sang avec le liquide de la cavité générale. C'est une question que j'examinerai tout-à-l'heure ; mais comme le sang ne peut pénétrer dans la cavité générale qu'après avoir traversé les organes glandulaires en rapport avec la plaque madréporique, il faut auparavant étudier les relations exactes de ces organes et les comparer chez les Oursins et chez les Spatangues.

La structure histologique de ces glandes nous permet de les considérer comme des organes d'excrétion. Les cellules qu'elles renferment subissent, en effet, une dégénérescence particulière dont le terme final est la transformation de la cellule en un amas de granulations pigmentaires. Or, une cellule qui se charge de pigment est en voie de destruction ; quand elle est tout entière transformée en un amas de pigment, il semble qu'elle ait accompli son rôle, qu'elle soit morte : aussi tend-elle à s'éliminer. Qu'il appartienne à un organe d'excrétion ou au liquide de la cavité générale, un amas de pigment n'est jamais qu'un résidu, un déchet organique ; il pourra peut-être jouer un certain rôle dans l'acte de la respiration, servir à la fixation de l'oxygène, ainsi que semble l'admettre Geddès, mais il n'en sera pas moins le terme final de la vie d'une cellule. Je crois donc qu'on peut considérer la glande madréporique comme remplissant des fonctions d'excrétion ; il s'y produit probablement encore autre chose que du pigment, mais celui-ci est la seule forme sous laquelle se manifeste à nous le résultat du travail physiologique de cet organe.

Si nous comparons les dispositions anatomiques réalisées au niveau de la plaque madréporique, chez les Oursins et chez les Spatangues, nous nous trouverons encore en présence de structures bien différentes. Nous savons, en effet, qu'il existe chez les Oursins, au niveau de la plaque madréporique, une sorte d'espace infundibuliforme, suivant l'expression de M. Perrier, limité vers l'intérieur par une très mince membrane et vers l'extérieur par la plaque madréporique. C'est là que viennent déboucher côte à côte, le canal du sable et le canal glandu-

laire, ou si l'on préfère le canal excréteur de la glande ovoïde qui n'en est que le prolongement. Il résulte de cette disposition qu'il peut y avoir au niveau de la plaque madréporique mélange d'une partie de sang pur avec du sang plus ou moins modifié par son passage à travers l'organe d'excrétion. Une fois l'espace madréporique rempli, tout le liquide va-t-il se répandre dans l'eau ambiante, ou bien va-t-il en partie traverser la mince membrane qui le sépare de la cavité générale pour se mélanger au liquide que renferme cette dernière? Les deux choses sont possibles; et même le retour direct dans la cavité générale est rendu probable par les injections qui très souvent pénètrent dans cette cavité. Il est vrai que le fait pourrait être mis sur le compte d'une rupture, mais encore est-il toujours permis d'admettre la possibilité de phénomènes osmotiques permettant au sang de traverser la mince membrane qui le sépare du liquide de la cavité générale.

Les conditions sont tout autres chez les Spatangues. Ici les deux vaisseaux qui constituent au voisinage des anneaux centraux ce qu'on appelle le canal du sable, ne restent pas, comme chez les Oursins, distincts jusqu'à la plaque madréporique; ils se confondent en un canal unique qui traverse l'organe d'excrétion. Or, deux canaux s'échappent de la glande : l'un qui se perd rapidement dans les interstices du tissu conjonctif, l'autre qui arrive jusqu'à la plaque madréporique, mais qui ne débouche pas à l'extérieur à plein canal à travers les pores de cette plaque. Son extrémité se perd au milieu du tissu spongieux qui comble le petit espace laissé libre entre ses parois et les deux plaques calcaires qui le recouvrent; cela est si vrai que la matière à injection, en même temps qu'elle sort à travers les pores de la plaque madréporique, pénètre dans les mailles de ce tissu spongieux et peut ainsi rentrer dans la cavité générale. Il semble donc que chez le Spatange la communication du système circulatoire avec le liquide de la cavité générale puisse s'effectuer assez facilement et d'une façon plus directe que chez l'Oursin; et il est permis d'admettre que chez les Echinides le sang qui a traversé les organes d'excrétion peut à la fois se répandre à l'extérieur ou bien pénétrer directement ou par endosmose dans la cavité générale.

Cette communication du système circulatoire avec la cavité générale avait autrefois été admise comme un fait nécessaire, bien qu'on n'ait jamais pu la constater. Il était fort rationnel de supposer que le liquide de la cavité générale devait puiser dans le système circulatoire les éléments qui lui permettaient non seulement de vivre, mais aussi et surtout de nourrir les organes qui ne reçoivent pas de vaisseaux. L'identité des corpuscules qu'on rencontre dans le sang et dans le liquide périviscéral confirme d'ailleurs cette manière de voir. En ce qui concerne cette ressemblance des globules des deux liquides, il n'y a rien là qui doive nous étonner : elle ne prouve pas *a priori* que les deux systèmes communiquent.

Nous savons, en effet, que les vaisseaux se forment aux dépens de la cavité générale; chez la larve, en même temps que les cœcums dépendant de l'appareil digestif se développent et s'agrandissent pour devenir la cavité générale de l'Oursin, nous voyons s'en détacher et s'en différencier certaines parties qui s'organisent d'une façon indépendante et donneront naissance à l'appareil aquifère; plus tard, lorsque le jeune oursin s'est déjà formé, les nouveaux vaisseaux n'ont pas d'autre origine. Les cellules qui forment les parois des vaisseaux et celles qui limitent la cavité générale sont donc de même nature: ce sont des cellules mésodermiques; qu'elles tombent dans la cavité générale ou dans la lumière du vaisseau, elles se développeront toujours de la même façon et deviendront les corpuscules qu'on trouve chez l'adulte dans l'un ou l'autre de ces systèmes. Il est donc très naturel que nous rencontrions les mêmes formes d'éléments figurés dans le sang et dans le liquide de la cavité générale (1).

Quoi qu'il en soit, le liquide qui circule dans les vaisseaux peut, chez le Spatangue, communiquer avec le liquide de la cavité générale; il est très vraisemblable aussi qu'une telle communication, bien qu'elle ne puisse être constatée anatomiquement, s'effectue, chez les Oursins, par endosmose à travers la mince membrane qui limite vers l'intérieur l'espace madréporique. Doit-on voir dans cette disposition un fait essentiel et d'une utilité physiologique réelle? L'état rudimentaire de nos connaissances sur la physiologie des animaux inférieurs et de tous les invertébrés en général, ne nous permet pas de donner une réponse à cette question. Il est, en effet, impossible de savoir si le sang qui a traversé cet organe d'excrétion se mélange au liquide de la cavité générale dans d'assez notables proportions, et s'il lui fournit des éléments pour la nutrition des organes qu'il baigne. Il

---

(1) Je n'ai pas parlé ici des caractères des corpuscules qu'on trouve dans le sang et dans le liquide de la cavité générale; ces corpuscules sont, en effet, analogues, chez les Spatangues, à ceux qui ont été décrits tout récemment avec beaucoup de soins par M. Geddès dans le fluide périviscéral des Oursins.

Une analyse chimique du liquide de la cavité générale des Spatangues, que je dois à l'obligeance de M. le docteur Garnier de Nancy, a donné les résultats suivants :

Densité 1,030

Résidu pour 100 cent. cubes, 4 gr. 448 ;

Dont : cendres, 3 gr, 478, renfermant 2,20 de chlorure de sodium, de l'acide sulfurique, des traces d'acide phosphorique, de la chaux (peu), de la magnésie (beaucoup), des traces de potasse.

Extrait éthéré pour 100 gr. du résidu solide... 0,1122

— alcoolique..... 42,8030

— aqueux..... 57,0848

Le liquide ne contient pas d'albumine; le coagulum qui se produit dans le liquide quelque temps après sa sortie du corps de l'Oursin semble formé par de la mucine plutôt que par de la fibrine.

est tout aussi impossible d'acquérir des données expérimentales ou théoriques sur la nature des phénomènes qui se passent dans la glande madréporique des Echinides, et de rechercher la signification d'un organe remplissant évidemment des fonctions d'excrétion, dont les produits, plus ou moins mélangés au sang, peuvent tout à la fois être rejetés à l'extérieur ou passer dans le liquide de la cavité générale. Une grande partie du sang qui circule dans les vaisseaux de l'intestin doit, chez les Oursins réguliers principalement, servir à la nutrition des tubes ambulacraires; une autre partie traverse l'organe d'excrétion et peut ensuite pénétrer dans le liquide périviscéral ou s'échapper à l'extérieur. Mais ce liquide doit puiser par endosmose à travers les parois de l'intestin les principes nutritifs dont il a besoin : il doit, en effet nourrir non seulement tous les organes renfermés dans la cavité générale, mais aussi les organes externes qui ne reçoivent pas de vaisseaux et le test lui-même. Si nous comparons le volume du liquide périviscéral au volume du liquide qui circule dans les vaisseaux, nous serons en effet portés à attribuer au premier une importance beaucoup plus considérable et à reléguer au second plan le système circulatoire, pour ce qui concerne la nutrition. Il en est des Oursins comme de beaucoup d'animaux inférieurs chez lesquels le système circulatoire, portion de la cavité générale plus ou moins parfaitement endiguée, n'a qu'une importance secondaire vis à vis du liquide de cette cavité. Chez certains vers, nous voyons ce système tantôt exister, tantôt manquer complètement chez les espèces d'un même genre (Polynoë), ce qui indique que ses fonctions sont encore mal définies.

Chez les Echinides, les différentes fonctions de l'absorption, de la nutrition, de l'excrétion et j'ajouterai aussi de la respiration, qui sont dévolues au système circulatoire, paraissent s'effectuer d'une façon trop obscure et sont trop confuses pour qu'il soit possible de faire la part de ce qui revient à chacune d'elles, et d'acquérir des notions sur l'importance exacte de ce système. Pour moi, je pense qu'une grande partie des principes nutritifs élaborés dans l'intestin, passe par endosmose à travers ses parois dans le liquide de la cavité générale, et qu'une partie beaucoup plus faible de ces principes, absorbée par les capillaires du tube digestif, sert à la nutrition des tubes ambulacraires, mais peut aussi pénétrer dans le liquide de la cavité générale. Mais je ne crois pas qu'il soit possible, dans l'état actuel de nos connaissances, d'indiquer la nature des modifications que le sang doit subir dans la glande d'excrétion avant de pénétrer dans ce liquide, ni l'importance qu'il faut attribuer à la communication de cette glande avec l'extérieur.

Une fonction intimement liée, chez les Echinides, à la circulation, est la respiration. Comme on l'a dit depuis longtemps, le sang qui est lancé dans les tentacules par la contraction des vésicules ambulacraires, en même temps qu'il provoque l'extension de ces tubes, doit aussi respirer à travers leur mince paroi qui permet les échanges gazeux. On a aussi considéré les dix branchies externes comme des

organes à travers les parois desquelles le liquide de la cavité générale pouvait respirer. Evidemment, il doit se passer, à travers les parois des tubes ambulacraires et celles des branchies externes, des échanges respiratoires entre les gaz de l'eau ambiante et ceux du liquide contenu dans ces organes; cependant je ne crois pas que ces échanges soient bien actifs. En effet, la surface des branchies externes est peu étendue et la quantité du liquide qui y pénètre, est très minime relativement au liquide de la cavité générale. En ce qui concerne les tubes ambulacraires, la respiration ne peut s'effectuer d'une façon continue et elle est complètement sous la dépendance de la locomotion. Du reste, ces conditions ne se rencontrent plus chez les Spatangues, où les branchies externes n'existent pas et où le système des tubes ambulacraires, très réduit, n'offre qu'une surface respiratoire fort peu étendue, ce qui porte encore à croire que les échanges respiratoires qui s'effectuent à travers les parois des tentacules ou des branchies n'ont qu'une importance secondaire, car les Spatangues doivent, sans doute, respirer aussi activement que les Oursins. L'organe respiratoire par excellence est le tube digestif, et cette fonction de l'intestin a été mise récemment en lumière par M. Perrier, qui a démontré que les échanges gazeux doivent s'effectuer plus activement et plus facilement que partout ailleurs, entre l'eau de mer constamment avalée par l'Oursin et le liquide de la cavité générale, et cela surtout au niveau de la courbure intestinale supérieure. Il a démontré, en effet, que chez les Oursins réguliers, l'eau de mer avalée par l'animal passe de préférence par le siphon et arrive directement et tout à fait pure dans la courbure supérieure, tandis qu'une faible quantité seulement pénètre dans la courbure inférieure. L'expérience qu'il a faite pour démontrer ce phénomène est facile à répéter : elle consiste à laisser vivre un Oursin dans de l'eau colorée à l'aide de la fuchsine, qui permet de retrouver sur les parois mêmes du siphon et de l'intestin les traces du passage de l'eau de mer. Il est très vraisemblable que le siphon doit remplir chez les Spatangues le même rôle que chez les Oursins; il ne sert en effet pas au passage des particules alimentaires et sa lumière est toujours parfaitement libre. Cependant j'ai répété sur des Spatangues l'expérience de M. Perrier sans pouvoir jamais constater ce passage de l'eau par le siphon; M. Marion l'avait aussi tentée autrefois avec la même espèce, sans obtenir de résultat. Il n'en reste cependant pas moins évident que les Oursins ou les Spatangues avalent constamment de l'eau avec leurs aliments; que cette eau passe directement dans la courbure intestinale supérieure par le siphon, ou qu'elle suive tout le trajet du tube digestif, peu importe : les échanges ne s'en feront pas moins activement à travers les parois de l'intestin, entre cette eau et le liquide de la cavité générale. Il est très probable aussi que la respiration puisse s'effectuer également par les capillaires de la première courbure, cette dernière renfermant toujours une certaine quantité d'eau qui permet les échanges gazeux.

Un phénomène qui, chez les Echinides, se rattache directement à la locomotion, et par suite à la circulation, est l'entrée ou la sortie de l'eau de mer par la plaque madréporique. On avait pensé autrefois que l'eau de mer était indispensable à la vie de l'oursin, et devait pénétrer dans son organisme en assez grande quantité. Il semble plutôt que l'on doit considérer cette fonction comme secondaire. Elle se fait d'une façon toute passive, et je me range complètement à la manière de voir de M. Perrier, qui pense que l'eau n'arrive par la plaque madréporique qu'en assez faible quantité, et lorsqu'elle y est sollicitée par la diminution de pression dans les liquides du corps de l'Oursin. Lorsque les tentacules se rétractent, les vésicules ambulacraires sont gonflées par le sang et il en résulte une augmentation de pression dans le système circulatoire tout entier, ou dans le liquide de la cavité générale; l'équilibre ne pourra être établi que par l'expulsion d'une certaine quantité de sang par le canal du sable à travers les pores de la plaque madréporique. Inversement, lorsque l'érection des tentacules provoque une diminution de pression dans le système circulatoire, il y aura appel d'une certaine quantité d'eau qui viendra rétablir l'équilibre. Ce n'est pas seulement le canal du sable qui communique avec l'extérieur; le liquide de la cavité générale peut aussi s'échapper au dehors à travers la plaque madréporique, ou réciproquement l'eau ambiante peut pénétrer dans la cavité générale. Quoi qu'il en soit, ces échanges ne doivent pas se faire d'une façon continue, mais seulement lorsqu'ils sont déterminés par des changements de pression, qui peuvent être provoqués par l'extension des tentacules ou par la projection en bas de l'appareil masticateur qui soulève la membrane buccale, et augmente d'autant le volume de la cavité générale. Si ces changements de pression ne se produisent pas, il n'y a pas de raison pour que l'eau ambiante pénètre dans la cavité de l'Oursin, qui lui-même est un corps rempli d'un liquide de densité presque égale à celle de l'eau de mer. Il ne semble donc pas que l'eau de mer soit nécessaire à la nutrition de l'Oursin, et cela paraît d'autant plus probable que, si chez les Oursins, elle pénètre dans l'intérieur du corps sous une quantité assez notable, chez les Spatangues, cette quantité est fort petite et presque nulle. En effet, les tentacules péristomiens ont à peu près seuls la faculté de se gonfler et de s'étendre; leur extension ou leur rétraction ne doivent pas produire des changements de pression bien sensibles dans le système circulatoire; d'où il suit que l'eau ne pénètre dans le corps du Spatangue que sous une quantité inappréciable; car, pas plus que chez l'Oursin, elle ne peut y pénétrer qu'à la condition d'y être appelée par la diminution de pression intérieure.

En somme, chez les Oursins, l'ensemble des tentacules étant fort développé et remplissant des fonctions de locomotion importantes, leur brusque extension et rétraction successives doivent amener dans la pression intérieure des changements rapides, qui nécessitent l'entrée ou la sortie d'une certaine quantité de

liquide, sang ou eau de mer. Chez les Spatangues, au contraire, où quelques tentacules appartenant au péristome ou à l'aire de la fasciole infra-anale, sont seuls susceptibles de se gonfler et de se mouvoir, l'appel de l'eau de mer sera à peu près nul. Peut-être pourrait-on voir dans ce fait une explication de la cause qui a amené les changements dans les canaux qui font communiquer les anneaux périœsophagiens avec la plaque madréporique. En effet, chez les Oursins réguliers, l'eau qui doit pénétrer dans les vaisseaux ambulacraires ne passera pas par le canal glandulaire, car elle rencontrerait dans le tissu de la glande ovoïde une résistance considérable qui ralentirait d'autant sa vitesse; elle passe par le canal du sable qui lui offre une voie facile, pour pénétrer dans le cercle œsophagien inférieur, et de là, dans les vaisseaux ambulacraires qui s'en échappent. Chez les Spatangues, l'introduction de l'eau de mer dans le système circulatoire n'ayant plus lieu, ou ne se faisant que d'une façon tout-à-fait rudimentaire, le canal qui permettait cette introduction chez l'Oursin n'est plus d'aucune utilité et a disparu; la portion qui a subsisté, limitée à l'œsophage seulement, montre cependant qu'à un état antérieur, ce canal devait exister parfaitement développé. Ce serait là une cause mécanique à ajouter aux causes anatomiques dont il a été question plus haut, et qui ont contribué à déterminer les modifications importantes que nous avons rencontrées dans le système circulatoire des Spatangues.

Il résulterait de ce fait, cette conséquence que, chez les Spatangues, le canal du sable n'est pas homologue au canal du sable des Oursins, mais bien au canal glandulaire de ces animaux. Cette hypothèse est rendue probable par ce fait, que le canal du sable, qui présente chez les Spatangues une structure glandulaire sur une partie de son trajet, affecte chez eux, avec l'organe d'excrétion, les mêmes rapports que le canal glandulaire présente chez les Oursins avec la glande ovoïde.

Il est temps de terminer cette discussion déjà trop longue des considérations qui se rattachent à l'étude du système circulatoire chez les Echinides; j'ai pensé qu'il était utile d'exposer toutes les conséquences qu'on pouvait tirer de l'étude de ce système, et puisqu'il est impossible de résoudre actuellement la question de la nutrition et de la circulation chez les Echinides, de rechercher au moins comment l'on peut comprendre, au point de vue physiologique, les différents systèmes qui entrent dans la constitution anatomique de ces êtres, dont les fonctions sont encore bien diffuses et étroitement liées l'une à l'autre.

Il est en effet impossible de séparer les fonctions d'absorption, de nutrition, d'excrétion, de locomotion et de respiration qui se rattachent toutes au système circulatoire; l'on ne doit pas concevoir chez les Oursins ces actes biologiques comme correspondant à des états anatomiquement et physiologiquement distincts, ni à des fonctions spéciales et définies, pouvant s'effectuer indépendamment

l'une de l'autre. Les mots par lesquels on les désigne ordinairement, et qui rappellent ces fonctions qu'on est habitué à voir s'effectuer séparément chez les animaux supérieurs, ne répondent pas, chez l'Oursin, à des actes indépendants. Tout est confondu dans le système circulatoire : ce qui doit dominer dans la vie de ces animaux, c'est la facilité et la rapidité des échanges osmotiques à travers les parois des tissus qui entrent dans leur organisation.

Ces échanges osmotiques doivent rendre très simples les relations physiologiques du système vasculaire, système d'absorption avec le liquide de la cavité générale, système nourricier, bien que ces relations paraissent assez obscures au point de vue anatomique. Le liquide périviscéral doit être considéré comme le réservoir où sont accumulés tous les matériaux nutritifs de l'organisme : il les reçoit du système circulatoire, ou plutôt les puise directement par endosmose dans le tube digestif; c'est également par endosmose qu'il nourrit tous les organes qu'il baigne.

Les changements importants signalés dans l'étude de ce système circulatoire entre les Spatangues et les Oursins, changements nécessités et expliqués même par les modifications anatomiques et mécaniques qui ont accompagné le passage des Réguliers aux Irréguliers, montrent également avec quelle facilité, l'organisme encore très plastique pouvait s'adapter à des conditions nouvelles, et combien les différences qui existent entre les rapports des vaisseaux importent peu à l'accomplissement des fonctions, probablement en raison de la confusion de ces diverses fonctions.





# FAUNE ÉCHINOLOGIQUE

DES COTES DE PROVENCE.



## G. DOROCIDARIS. A. Ag.

Le genre *Dorocidaris* diffère du genre *Cidaris* dont il n'est séparé que depuis peu de temps, par ses aires ambulacraires rétrécies au milieu, et le petit nombre des tubercules primaires dans les aires interambulacraires. La partie médiane nue des zones interambulacraires forme un sillon plus ou moins profond. Les aires scrobiculaires sont très profondes, les cercles scrobiculaires formés par des granules serrés.

### DOROCIDARIS PAPILLATA. Ag.

*Cidaris affinis*, Philippi, Sars, Heller, Thompson.

» *hystrix*, Lamk., Riss., Blainv., Grube, Philip., Aradas, Sars, Heller, Lovén.

» *papillata*, Leske, Flem., Desm., Forbes, Philip., Ag. et Des., Gray, Sars, Thompson.

*Cidarites hystrix*, Lamk., Desm.

*Leiocidaris affinis*, Duj. et Huppé.

» *hystrix*, Duj. et Hup.

» *papillata*, Duj. et Hup.

» *Stokesii*, Duj. et Hup.

*Orthocidaris affinis*, A. Ag.

» *hystrix*, A. Ag.

» *papillata*, A. Ag.

*Phyllacanthus hystrix*, Brandt.

Test presque sphérique, légèrement déprimé horizontalement. Zones interambulacraires creuses le long de leur ligne médiane. Aires scrobiculaires profondes, elliptiques. Zones porifères séparées par une large zone de tubercules secondaires et miliaires, les premiers étant disposés suivant des rangées radiales, irrégulières, séparées par de légers sillons. Périprocte pentagonal, formé de plaques plus ou moins pointues, s'étendant entre les plaques génitales jusqu'aux plaques ocellaires.

Plaques génitales rectangulaires à bords tronqués; ouvertures génitales larges. Plaques ocellaires cordiformes. Plaques génitales et ocellaires couvertes dans leur partie centrale de tubercules miliaires, à bords marqués par une ligne de petits tubercules. Les radioles longs, striés longitudinalement atteignent souvent en longueur trois fois le diamètre du test. Ils se tronquent fréquemment chez les vieux individus pris dans certaines stations. Des variétés et même de véritables espèces ont été proposées, pour les variations observées dans les dimensions, le nombre, la coloration et le degré d'intégrité de ces radioles (*D. Stokesii*, *D. affinis*, etc.).

Les pédicellaires du *D. papillata* présentent tous ce caractère commun aux Cidaridés et indiqué par M. Perrier, que la tige calcaire de la hampe s'articule directement avec la base de la tête, sans en être séparée par un intervalle plus ou moins considérable, uniquement occupé par des parties molles. La tête ne s'articule pas avec la hampe proprement dite, mais avec une petite tige calcaire, la *tigelle* de M. Perrier, qui s'appuie sur l'extrémité de la hampe et est en continuité de tissu avec elle. Au point où la tigelle s'insère sur la hampe, les baguettes calcaires qui constituent cette dernière ne se sont point soudées, ce qui donne l'apparence d'une sorte de collerette formée de baguettes calcaires pointues, entourant l'extrémité inférieure de la tigelle. C'est à cette collerette, et tout le long de la tigelle, que s'insèrent les muscles adducteurs des valves.

Le *D. papillata* possède trois sortes de pédicellaires dont deux ne se rencontrent que dans les aires interambulacraires; la troisième, qui est très abondante, s'observe sur toute la surface du test, ainsi que sur la membrane buccale. On trouve, en effet : 1° des pédicellaires trydactyles (pl. VII, fig. 51) à valves très longues, assez larges à la base et se rétrécissant brusquement en cuillerons très allongés concaves, garnis sur toute la longueur de leurs bords de dents très fines et très rapprochées; 2° des pédicellaires (fig. 49) assez gros, ventrus, très renflés à leur partie inférieure, se rétrécissant à leur extrémité; leurs valves, fortement concaves, ont les bords garnis de dents nombreuses et fines, qui deviennent plus fortes et plus acérées en même temps que moins nombreuses dans la région supérieure de la valve, laquelle se termine par un petit crochet; 3° des pédicellaires plus petits que les précédents, relativement beaucoup moins larges à la base, et à profil plus régulier. Les valves en forme de cuillerons concaves sont garnies de dents fines devenant un peu plus longues à la partie supérieure; la concavité de la valve est séparée en deux loges inégales par une barre calcaire qui traverse la valve vers les trois quarts de sa hauteur en allant d'un bord à l'autre, et limite ainsi une petite cavité triangulaire supérieure (pl. VII, fig. 50). Une division en deux cavités analogues existe déjà dans les pédicellaires du type précédent, mais la disposition y est bien moins nettement accusée que dans la forme dont il est

question en ce moment. Cette forme de pédicellaires est la plus répandue; on les trouve en grand nombre sur la membrane buccale au milieu des écailles qui la recouvrent. On pourrait croire que ces pédicellaires ne sont peut-être que des pédicellaires très jeunes de la deuxième espèce; mais leur forme très différente, l'existence de la barre transversale et de dents qui conservent à peu près la même forme sur toute la longueur du bord des valves, enfin le fait qu'ils se trouvent dans certaines régions du test où on les rencontre à l'exclusion des deux autres espèces, doivent les faire considérer comme représentant un type réellement distinct et bien défini.

Les pièces de la lanterne du *D. papillata* présentent certaines particularités qui méritent d'être signalées. Les deux branches des cinq mâchoires sont soudées sur presque toute la longueur de leurs bords; l'espace libre que limitent les portions non soudées est donc plus petit que chez les autres espèces, c'est une simple échancrure qui mérite assez peu le nom de fenêtre, car elle n'est pas fermée en haut, mais est simplement limitée par deux petites pointes appartenant aux mâchoires et qui s'avancent l'une vers l'autre sans se toucher. Entre les deux branches de chaque mâchoire, on aperçoit, par transparence, à travers la membrane qui recouvre l'appareil masticateur, un endognathe court qui n'arrive même pas jusqu'au plancher supérieur de la lanterne; le tissu calcaire qui la constitue se ramollit vers son extrémité supérieure, mais ne constitue pas une véritable plume dentaire. Les compas ne sont pas bifurqués, mais simplement terminés par une petite tête bilobée.

La membrane d'enveloppe de la lanterne possède cinq appendices particuliers très curieux qui s'épanouissent dans la direction des zones ambulacraires (pl. III, fig. 16, *Ap*). Ces appendices prennent naissance au niveau de l'extrémité renflée des compas; ils sont creux et de forme conique; leur face supérieure est lisse et leur face inférieure, irrégulièrement déchiquetée, présente une double rangée de petites éminences arrondies, inégales, de couleur brune, devenant plus petites à l'extrémité libre de l'appendice. En injectant ces petits diverticulums, on peut remplir tout l'espace vide laissé entre la lanterne et la membrane qui la recouvre; celle-ci est plus forte et plus résistante que chez n'importe quelle autre espèce. Les parois de ces appendices sont formées d'une lame de tissu conjonctif, remplie de spicules calcaires comme la membrane de la lanterne et celle qui tapisse la face interne du test, lame tapissée sur ses deux faces par un épithélium vibratile. La couleur brune des éminences qui appartiennent à la face inférieure est due au dépôt de granulations pigmentaires de même couleur.

Stewart (1), en 1878, a décrit le premier les diverticulums de la lanterne du

---

(1) STEWART. *On certain organs of Cidaridæ*. Trans. Linn. Soc. London, 1877.

*D. papillata*; mais il me semble que le dessinateur qui a représenté les préparations de Stewart a figuré ces appendices beaucoup trop gros relativement aux dimensions de l'échantillon; du moins je ne les ai jamais vu atteindre cette taille chez les animaux que j'ai disséqués. De plus, certains détails de structure de la face supérieure de la lanterne sont inexacts, et les auricules sont représentées comme étant soudées à la base. En 1880, H. Ludwig, ignorant le travail de Stewart, a signalé de nouveau ces parties qu'il décrit comme un nouvel organe chez les Cidaridiens (1). J'ai cru devoir donner une nouvelle figure de ceux du *Dorocidaris papillata*.

Le tube digestif du *D. papillata* diffère à certains égards de celui des autres Oursins réguliers. L'œsophage est rectiligne (pl. III, fig. 17); la courbure inférieure présente une série de concavités et de convexités fortement accentuées. Les parties convexes se moulent sur les glandes génitales qu'elles enveloppent en partie, et le volume de ces dernières étant assez considérable, il s'ensuit que les flexions du tube digestif sont plus marquées que partout ailleurs. Le bord interne de la courbure inférieure est régulier et côtoyé par le vaisseau marginal interne et le siphon intestinal. La courbure supérieure présente un trajet plus régulier; elle est simplement sinueuse sur son bord externe. Le bord interne des deux courbures intestinales est accompagné par une large bande mésentérique.

Les glandes génitales volumineuses s'étendent sur toute la longueur des zones interradiales, et occupent l'espace laissé libre entre le test et l'intestin, recouvertes en grande partie par les circonvolutions de la courbure inférieure.

Les différents organes qui constituent l'anatomie interne du *Dorocidaris* (tube digestif, vaisseaux, vésicules ambulacraires, glande ovoïde) présentent ce caractère commun d'être remplies de spicules calcaires très nombreux et très serrés. Les spicules calcaires, ordinairement à trois branches, qui appartiennent aux ovaires, ont été figurés par Stewart.

STATION. — Le *D. papillata* n'abandonne pas les grandes profondeurs. Les individus qui ont été pris le plus près de la côte, à Marseille, provenaient des fonds vaseux de la région N.-O. du golfe, par 80 m. Cette espèce se rencontre principalement au sud de Planier, dans les sables vaseux; d'abord associé à l'*Echinus acutus*, le remplaçant bientôt, et descendant jusqu'à 250 m. de profondeur sur le bord de la falaise Peyssonel. Vers Toulon et jusqu'à Nice, on le rencontre toujours dans des stations analogues, tantôt dans la vase, tantôt dans le sable vaseux ou même dans les fonds coralligènes profonds, comme sous le cap Sicié, par 90 et 100 m. Il

---

(1) H. LUDWIG. *Ein neues organ bei den Cidariden*. Zeitsch. f. w. Zoologie. B. XXXIV, n. 1, p. 82, pl. III. 1880.

est, du reste, susceptible de descendre plus profondément dans les abîmes. L'expédition du *Travailleur* l'a recueilli dans le golfe de Gascogne à de très grandes profondeurs (1,190 m., 1,200 m., 1,350 m.).

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — L'extension géographique du *D. papillata* est assez considérable. Il a été trouvé sur les côtes de Norwège et d'Islande, dans la mer du Nord, aux îles Canaries, sur les côtes de Floride, à la Guadeloupe, aux îles Saint-Paul, aux Philippines; il descend jusqu'à la Plata.

Dans la Méditerranée, il a été signalé à Nice, à Naples et à Messine.

### G. ARBACIA. GRAY.

Test épais, circulaire, aplati, aires ambulacraires étroites. Tubercules imperforés disposés sur deux lignes verticales irrégulières dans les aires ambulacraires et au moins sur quatre lignes dans les aires interambulacraires; ces lignes atteignent quelquefois le chiffre 12 dans les aires interradiales, mais toutes n'arrivent pas jusqu'au sommet du test. Zones porifères constituées par une simple paire verticale de pores; mais les pores deviennent beaucoup plus nombreux, et les zones prennent une apparence pétaloïde, au voisinage du péristome; celui-ci est très grand, limité par des bords ambulacraires proéminents, dépourvu d'entailles profondes. Périprocte constitué par quatre plaques placées en croix; membrane buccale nue; auricules non soudés. Epines fortes d'une structure analogue à celles des *Cidaridés*.

### ARBACIA PUSTULOSA, LESKE.

*Agarites loculatus*. Ag. et Des.

*Cidaris pustulosa*. Klein, Leske.

*Echinocidaris æquituberculata*. Desm., Ag., Aradas, Troschel, Muller, Sars, Bronn, Duj. et Hup.

*Echinocidaris grandinosa*. Ag., Perrier.

*Echinocidaris loculata*. Ag., Duj. et Hup., Perrier, Desm.

*Echinocidaris pustulosa*. Ag., Duj. et Hup., Perrier, Lovèn.

*Echinus æquituberculatus*. Blainv.

*Echinus loculatus*. Blainv.

*Echinus pustulosus*. Gmel., Lam., Blainv., M. Edw.

*Echinus Napolitanus*. Delle Chiaje.

*Tetrapygyus æquituberculatus*. Ag.

*Tetrapygyus grandinosus*. Ag.

*Tetrapygyus pustulatus*. Ag.

Péristome très grand; périprocte entouré par les plaques génitales, très petit; plaques coronales étroites, complètement recouvertes de tubercules disposés parallèlement aux sutures; la disposition des tubercules en rangées verticales n'est apparente que chez les jeunes individus. Les rangées de tubercules des plaques ambulacraires sont rapprochées et séparées par quelques tubercules miliaires. Les plaques interambulacraires de la périphérie du test portent quatre, cinq ou six tubercules primaires occupant une grande partie de la plaque et séparés par des tubercules miliaires disposés en cercle.

Le nombre des tubercules des plaques est susceptible de varier dans de certaines limites, ce qui avait autrefois entraîné la création de plusieurs espèces (*Echinocidaris loculata*, *pustulosa*, *æquituberculata*, etc.).

Les pédicellaires appartiennent à deux types différents. Les uns, à tête grosse, forment une couronne très serrée autour de l'ouverture buccale, et se rencontrent aussi sur toute la surface du test. Ce sont des pédicellaires ophicéphales dont les valves, très fortes, sont légèrement rétrécies au milieu et ont les bords garnis de dents assez marquées. L'appareil apophysaire et les branches médianes internes rappellent les dispositions figurées par M. Perrier chez l'*Arbacia punctulata*; la figure que j'en donne me dispense de les décrire (pl. VII, fig. 52). La hampe n'est séparée de la tête que par un espace étroit; sur presque toute sa longueur, la tige calcaire présente un aspect fibreux qui pourrait faire supposer qu'elle n'est constituée que par du tissu conjonctif, si les acides n'y provoquaient un dégagement rapide d'acide carbonique, tandis qu'à son extrémité, elle se renfle en un bouton allongé où l'on retrouve la structure réticulée ordinaire des dépôts calcaires chez les Echinodermes; c'est de ce renflement que partent les muscles adducteurs des valves. La tête et la hampe du pédicellaire sont recouvertes d'une épaisse membrane conjonctive remplie de granulations de pigment noir (lequel est, du reste, très abondamment répandu sur toute la surface externe du test), ce qui rend souvent les observations très difficiles. Les pédicellaires de la deuxième espèce rappellent par la forme de leur tête, les pédicellaires tridactyles. Les valves concaves sont munies à leur partie inférieure d'arcs semi-circulaires moins développés que dans la forme précédente. La tige calcaire de la hampe présente également un aspect fibreux sur presque toute sa longueur, et se termine en un renflement constitué par du calcaire réticulé qui est toujours séparé de la tête du pédicellaire par un large espace occupé par des parties molles (muscle et enveloppe conjonctive).

Les pièces qui constituent la lanterne d'Aristote présentent les dispositions suivantes. Comme chez le *Dorocidaris*, les mâchoires ne sont pas réunies en haut par des arceaux transversaux; l'ouverture dite fenêtre est donc incomplète, et n'est limitée supérieurement que par deux petits prolongements qui dépendent de

l'extrémité des mâchoires, qui vont à la rencontre l'une de l'autre sans se toucher. Il en résulte que l'endognathe est visible extérieurement sur toute sa longueur, depuis son insertion sur la mâchoire jusqu'à l'extrémité de la plume dentaire. Les compas, terminés à leur extrémité périphérique par un simple renflement, ne reposent pas directement sur les faulx, mais en restent toujours assez éloignés; ils sont fortement courbés suivant leur longueur.

La lanterne est relativement petite. Par suite de l'écartement des compas et des faulx, sa face supérieure est fortement concave au centre. A cause du peu de développement de la lanterne et de la grandeur du cercle péristomien, les muscles qui s'étendent des auricules aux compas sont fortement obliques, au lieu d'être verticaux comme dans les autres espèces.

STATION. — Cette espèce est absolument côtière et on la rencontre associée au *Strongylocentrotus lividus*. Mais, tandis qu'elle est assez fréquente sur le littoral de l'Algérie, elle devient rare sur le rivage septentrional de la Méditerranée. Elle habite ordinairement les mers tropicales et atteint à Marseille la limite de son extension septentrionale. Elle n'a été capturée que quelquefois à Marseille, sur la côte nord du golfe, à Méjean, à Niolon, à Morgilet, et sur la côte de Cassis. Elle est plus fréquente à Nice.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE. — Côtes de Sicile, Naples, mer Adriatique, côtes Occidentales d'Afrique, Liberia, Madère, îles du Cap Vert, îles Canaries, Brésil (Rio-Janeiro).

### CENTROSTEPHANUS LONGISPINUS, PETERS.

(*Diadema longispinosum*.)

Je ne puis que citer cette espèce dont je n'ai pu faire l'étude anatomique. Elle a été capturée à Nice tout récemment. Cette station est la plus septentrionale pour ce bel Echinide, signalé jusqu'ici à Naples, sur les côtes de Sicile, aux Canaries et à Madère, mais rare partout.

### G. ECHINUS. RONDELET.

Test renflé plus ou moins globuleux; tubercules relativement petits, imperforés, aussi gros sur les aires ambulacraires que sur les aires interambulacraires, disposés sur chaque zone, suivant deux rangées principales avec d'autres rangées

de tubercules plus petits. Radioles médiocrement longs, striés longitudinalement. Ambulacres pourvus de pores trigéminés. Péristome petit, avec des entailles peu profondes; membrane buccale nue; mâchoires et auricules petites.

ECHINUS MELO. LAM.

*Echinus ventriculosus*. D. Chiaje.

Test presque globuleux, d'une couleur se rapprochant toujours du vert. Les plaques coronales sont allongées, les tubercules primaires sont petits, et le reste de la plaque est couvert de tubercules secondaires nombreux. Les plaques génitales sont pointues et recouvertes du côté anal par six ou sept tubercules secondaires; ouvertures génitales un peu éloignées de l'angle externe de la plaque. Plaques ocellaires pentagonales. Le périprocte n'est entouré que par les plaques génitales. Les épines primaires sont courtes, petites, grêles, nettement striées, d'une couleur rouge-brun à la base, verte sur tout le reste de la longueur du piquant. Le péristome est plus petit et les auricules plus minces que chez l'*E. acutus*. La suture médiane des zones ambulacraires et interambulacraires forme une ligne en zigzag plus marquée que chez l'*E. acutus*.

L'*E. melo* possède quatre sortes de pédicellaires : 1° des pédicellaires gemmiformes glandulaires très nombreux, dont la hampe s'articule directement avec la tête, dont les valves, à squelette calcaire réduit, possèdent chacune un sac glandulaire bifurqué à son extrémité supérieure. La paroi de ces sacs, qui renferment une matière muqueuse, présente une couche musculaire, une couche conjonctive et un épithélium externe, dont les cellules en certains points offrent une structure particulière et forment des sortes de petits boutons, probablement de nature sensitive; 2° des pédicellaires tridactyles, gros et forts, à valves droites allongées, minces, finement dentées sur les bords; 3° des pédicellaires ophicéphales formant une couronne serrée autour de la bouche; 4° des pédicellaires trifoliés, très abondants sur toute la surface du test et dont les caractères ont été décrits par M. Perrier.

Les caractères anatomiques de l'*E. melo* sont d'ordre tout-à-fait secondaire. Les glandes génitales très globuleuses ne dépassent pas la moitié de la zone interambulacraire. Le diverticulum formé par la courbure intestinale inférieure à l'entrée de l'œsophage est mieux défini que chez les autres types. La glande ovoïde est très allongée. La pigmentation des tissus est en général peu développée.

STATION. — L'*E. melo* habite les fonds vaseux du N.-O. par soixante-dix et quatre-vingts mètres; il est toujours fort rare dans le golfe; il est au contraire assez commun à Nice.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Méditerranée (Naples, côte occidentale d'Italie, Alger, Oran); côtes du Portugal et d'Espagne; îles du Cap-Vert; îles Canaries; côte occidentale d'Afrique.

ECHINUS ACUTUS. LAM.

*Echinus Flemingii*. Ag. et Des., Forbes, Sars, Duj. et Hup., Fischer, Thompson.

- » *Pseudomelo*. J. Müller.
- » *Sardicus*. Cailliaud.
- » *melo*. Gauthier, Marion.

La forme du test est plus ou moins conique et la face ventrale aplatie; les espaces interambulacraires sont légèrement concaves en leur milieu; aussi le contour du test ou d'en haut paraît sub-pentagonal. Deux rangées principales de tubercules primaires dans chaque zone interambulacraire; à la périphérie du test il existe deux autres rangées verticales, mais qui n'atteignent pas le sommet. Plaques génitales pointues avec une rangée de trois à quatre tubercules secondaires sur leur bord anal, ouvertures génitales très rapprochées du bord externe de la plaque. La couleur générale du test est rose ou rouge, mais elle n'est pas uniforme; la face ventrale est presque blanche, à peine légèrement rosée, tandis que la face dorsale présente une série de bandes alternativement blanches et rouges; les bandes blanches correspondent aux lignes de sutures des plaques et s'effacent à mesure qu'elles s'approchent du sommet uniformément rouge. Cette alternance de teintes est surtout marquée chez les gros échantillons. Les épines primaires sont plus longues, plus fortes, moins nettement striées que chez l'*E. melo*; leur couleur est rouge pourpre à la base, puis verte, puis blanche et de nouveau rouge au sommet.

L'*E. acutus* est assez commun à Marseille; mais il a été considéré au laboratoire de Zoologie comme correspondant à l'*E. melo*, jusqu'au jour où M. Marion a eu, de Nice et de Marseille même, de véritables *E. melo*, dont les caractères différentiels ont pu être nettement reconnus. La forme franchement conique du test avec ses bandes alternativement roses et blanches, la couleur et la dimension des piquants distingue, en effet, l'*E. acutus* de l'*E. melo*, dont le test est sphérique et d'une couleur générale verte. Les autres caractères, quoique moins apparents (tubercules secondaires moins nombreux sur les plaques coronales et sur les plaques génitales, péristome plus grand, auricules plus fortes, ouvertures génitales plus rapprochées du bord externe de la plaque génitale), viennent encore justifier la séparation de l'*E. acutus* de l'*E. melo*.

Les pédicellaires de l'*E. acutus* sont identiques à ceux de l'*E. melo*, et l'anatomie interne ne diffère pas dans les deux espèces.

STATION. — L'*E. acutus* est abondant dans les fonds coralligènes du large et dans les fonds vaseux du N.-O. de 40 à 80, 100 et 200 m. de profondeur. Quelques individus de petite taille ont été trouvés exceptionnellement dans les bassins du cap Pinède. Cette espèce est beaucoup moins fréquente à Nice, où l'*E. melo* est par contre plus abondant.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côtes occidentales de Norvège, îles Shetland, Méditerranée (Port-Vendres, Toulon, Naples, Alger, Oran), Ascension, Halifax, près New-York.

### G. PSAMMECHINUS. Ag.

Test plus ou moins aplati. Tubercules imperforés, lisses. Plaques ambulacraires à pores trigémisés. Péristome dépourvu d'entailles profondes; membrane buccale recouverte de nombreuses écailles serrées et imbriquées. Radioles minces, pointues, très finement striées longitudinalement.

Le *G. Psammechinus* est réuni par A. Agassiz dans sa *Revision of Echini* au *G. Echinus*; je crois cependant qu'on peut considérer les *Psammechinus* comme formant un genre à part, très voisin de l'*Echinus* évidemment, ou tout au moins comme un sous-genre. Il diffère, en effet, de toutes les espèces du genre *Echinus* par la disposition de sa membrane buccale.

#### PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS, A. Ag.

*Echinus microtuberculatus*, Blainv., Heller, Ag.

- » *miliaris*, Risso, Aradas, Grube.
- » *parvituberculatus*, Blainv., Desm.
- » *decoratus*, L. Ag.
- » *pulchellus*, Müller.

*Psammechinus parvituberculatus*, Duj. et Hup.

- » *pulchellus*, Bronn., Duj. et Hup.

Les tubercules primaires sont disposés suivant deux rangées principales dans chaque zone ambulacraire et interambulacraire; le reste des plaques coronales est recouvert de tubercules secondaires irrégulièrement disposés, séparés par de nombreux tubercules miliars. Le système abactinal est saillant; les plaques oculaires et génitales sont recouvertes par de petits tubercules secondaires égaux; les ouvertures génitales sont larges. Le périprocte, entouré seulement par les plaques génitales, est formé de petites plaques régulières recouvertes de fins tubercules. Le péristome est grand et la membrane buccale recouverte d'écailles

irrégulières, très serrées, imbriquées comme les tuiles d'un toit. Les radioles sont minces, pointues, de couleur verte ou grise, jaunâtres à la pointe.

Les pédicellaires sont de trois sortes, gemmiformes, ophicéphales et tridactyles; ils ont été décrits et figurés par M. Perrier.

Les glandes génitales du *P. microtuberculatus* présentent ce fait caractéristique, qu'elles ne sont pas indépendantes l'une de l'autre; elles convergent toutes cinq vers le pôle apical, et s'y réunissent pour former une large bande circulaire, qui entoure le rectum et n'est interrompue que du côté du radius *I*; il serait même plus exact de dire que l'appareil génital du *Psammechinus* consiste en un anneau glandulaire entourant le rectum, et envoyant de courts prolongements coniques dans les zones interambulacraires.

STATION. — Le *P. microtuberculatus* est abondant dans les espaces vaseux ou sableux situés au milieu des prairies de zostères. Il est généralement associé au *Sphærechinus granularis*, mais toujours bien plus abondant que lui; il ne s'approche pas aussi près du rivage que le *Str. lividus*.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Méditerranée (Marseille, Nice, Gênes, Naples, Messine, Trieste, Venise, Oran, Alger); côtes de Portugal et d'Espagne; îles du Cap-Vert, îles Canaries, côte occidentale d'Afrique.

## G. STRONGYLOCENTROTUS, BRANDT.

Test circulaire, globuleux, plus ou moins aplati; tubercules petits, imperforés, inégaux, formant des rangées verticales; cinq ou six paires au moins de pores sur chaque plaque ambulacraire. Péristome décagonal, à entailles peu profondes. Membrane buccale non recouverte de larges plaques; radioles longues, de moyenne grosseur, striées longitudinalement.

### STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS, BRANDT.

*Echinus lividus*, Lam., Blainv., L. Ag., Desm., Forbes, Krohn, Val., Grube, Duj. et Hup., Heller, Metschnikoff, Ludwig.

» *saxatilis*, Tiedemann, Grube, D. Chiaje.

» *purpureus*, Risso, Gray.

» *vulgaris*, Blainv., L. Ag.

*Euryechinus lividus*, Verill.

*Toxopneustes lividus*, Sars, Lutken, Heller, Fischer, Perrier, Hoffmann, Fredericq, Stossich.

Deux rangées principales de tubercules primaires sur chaque plaque ambulacraire et interambulacraire. Dans les zones interambulacraires, chaque rangée principale est accompagnée de deux rangées de tubercules secondaires qui diminuent peu à peu de grosseur et disparaissent près du pôle apical. Le milieu de la zone ambulacraire est occupé par une rangée de petits tubercules formant une ligne en zigzag. Tous les tubercules principaux formant les lignes verticales sur les zones ambulacraires et interambulacraires, sont entourés par un cercle de tubercules miliaires. Les zones porifères comprennent généralement cinq paires de pores disposés en arcs autour d'un tubercule primaire. Le système apical est saillant; les plaques génitales très grosses entourent seules le périprocte; les plaques oculaires, petites, logées dans l'angle des plaques génitales, ne touchent au périprocte que chez les jeunes individus. Les plaques génitales possèdent de trois à cinq tubercules sur leur bord anal; les ouvertures génitales sont reportées vers le bord externe de la plaque. Le péristome est petit, et la membrane buccale recouverte de très petites plaques. Les auricules moyennes, à ouverture large, sont réunies par un rebord saillant. Les épines longues, minces, et pointues, varient dans leur coloration du vert olive au violet foncé.

Le *Strongylocentrotus lividus* était autrefois réuni au genre *Toxopneustes*; ce genre, tel qu'il est établi maintenant, s'en distingue par ses entailles péristomiennes profondes et sa membrane buccale complètement recouverte de larges plaques imbriquées.

STATION. — Le *St. lividus* est la plus abondante espèce du golfe de Marseille, où elle est chaque année pêchée et livrée à la consommation par quantités très considérables, depuis le mois de septembre jusqu'au mois d'avril.

L'Oursin comestible du golfe de Marseille habite, comme dans l'Océan, les rochers du rivage, et il n'est pas rare de trouver le long des îles de nombreux individus logés dans des cavités, à la manière des *St. lividus* de Bretagne, dont les perforations ont été remarquées depuis longtemps. C'est dans les prairies peu profondes de zostères (*Posidonia Caulini*) que le *St. lividus* abonde principalement, par quatre et cinq mètres de profondeur. Il descend plus profondément jusqu'à trente ou trente-cinq mètres, de manière à atteindre les limites inférieures de ces prairies de Monocotylédones, mais il n'arrive plus dans ces conditions à la taille des individus côtiers.

Le *St. lividus* résiste dans une certaine mesure à l'impureté des eaux, et il pénètre dans l'avant-port et dans le premier bassin du Port National, sous le cap Pinède. M. Marion a fait, au sujet de la rusticité relative de cette espèce, une observation très intéressante. A la suite du creusement du Canal maritime faisant communiquer, à travers l'étang de Caronte, l'étang de Berre avec le golfe de

Fos, les eaux des lagunes des environs de Martigues étaient en 1875 devenues notablement plus salées qu'autrefois. Les Pluteus des *St. lividus* établis autour de Port-de-Bouc, dans « la grande mer, » ont été de tout temps entraînés par les courants d'entrée vers Martigues, mais ils s'éteignaient sans rien produire, alors que les eaux salées ne pénétraient pas aussi abondamment. Peu à peu, de petits oursins furent découverts dans Caronte; ils s'établirent bientôt jusqu'à Martigues, puis plus tard jusqu'au Jaï en longeant la côte sud de la Mède. Dans Caronte, ces petits oursins étaient devenus extrêmement abondants, et l'on pouvait constater que, malgré leur petite taille égalant à peine un quart de la taille maximum, les organes reproducteurs étaient en parfait état.

Cette race naine, née sous l'influence de l'état saumâtre des eaux des lagunes, n'a pu s'établir définitivement dans cette localité. Les froids exceptionnellement rigoureux de l'année 1880, qui ont déterminé une mortalité si grande dans la population des étangs de Caronte et de Berre pris par les glaces, ont été funestes à ces petits *St. lividus*, dont on n'a plus retrouvé depuis un seul individu vivant.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côte occidentale de France, Méditerranée (Marseille, Cette, Nice, côte d'Algérie, Messine, Trieste, etc.) Côte méridionale d'Angleterre, Açores, Brésil.

### G. SPHÆRECHINUS. DESOR.

Test épais presque sphérique, tubercules nombreux imperforés d'égale grosseur dans les deux aires; péristome décagonal, pourvu d'entailles profondes; quatre paires de pores sur chaque plaque ambulacraire; membrane buccale mince, présentant quelques plaques saillantes.

#### SPHÆRECHINUS GRANULARIS. A. Ag.

*Echinus albidus*, L. Ag.

- » *brevispinosus*, Risso, L. Ag., Val., Müller, Heller.
- » *dubius*, Desm.
- » *esculentus*, Lamk., D. Chiaje, Blainv., Grube, Hoffmann.
- » *granularis*, Lamk.
- » *æquituberculatus* Blainv., Desm., L. Ag.
- » *ovarius*, Rond.
- » *subglobiformis*, Blainv., Desm.

*Sphærechinus brevispinosus*, Desor.

*Toxopneustes albidus*, Ag. et Desor., Duj. et Hup.

» *brevispinosus*, Ag. et Desor., Müller, Krohn, Sars, Duj. et Hup., Heller,  
Thompson, Dohrn, Stossich.

» *granularis*, Ag. et Desor., Duj. et Hup.

Le test est aplati sur la face ventrale, un peu déprimé, quelquefois conique, d'autres fois presque sphérique. Les pores des zones porifères sont disposés en ligne droite ou en arcs, au nombre de quatre paires sur chaque plaque et plus chez les gros échantillons. Les tubercules primaires sont disposés suivant deux ou quatre rangées verticales dans les zones interradianales. Ils forment également des lignes horizontales et sont séparés par des tubercules formant des séries verticales et horizontales. Les tubercules primaires des zones ambulacraires sont un peu plus petits, disposés sur deux ou quatre rangées verticales suivant la taille et sont séparés par de nombreux tubercules secondaires. Les plaques génitales et oculaires portent plusieurs tubercules du côté du périprocte. Celui-ci, légèrement ovale, est formé de plaques irrégulières, larges à la périphérie, plus petites au centre; il est entouré par les plaques génitales et les plaques oculaires. Les ouvertures génitales sont situées au centre des plaques. Les auricules sont solides et possèdent de larges ouvertures; les épines sont courtes, mousses, très serrées, de même longueur; leur couleur varie du violet au blanc, au brun, au jaune: tantôt elles sont entièrement violettes, tantôt colorées à la base et blanches au sommet, ou bien encore tout-à-fait blanches.

Je n'ai rien à signaler sur l'anatomie interne du *Sphærechinus*: c'est avec le *St. lividus* l'espèce qui m'a servi de type pour tout ce qui touche à l'histoire des Oursins réguliers. J'ai déjà fait remarquer que les glandes génitales du *Sphærechinus* sont toujours peu volumineuses, et ne forment souvent qu'une simple bande linéaire courant le long de la zone interambulacraire. Je rappellerai également que les pédicellaires gemmiformes du *Sp. granularis* sont de nature glandulaire: j'en ai suffisamment parlé dans la première partie de ce travail pour n'être pas obligé d'y revenir. Les autres formes de pédicellaires ont été décrites par M. Perrier.

STATION. — Le *Sp. granularis* (oursin *rascasso* des Provençaux) a son centre d'habitation dans les sables vaseux sur le pourtour des prairies de zostères, par vingt et trente mètres de profondeur. Il pénètre du reste dans ces prairies et s'associe, quoique très subordonné en nombre, au *St. lividus*.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Méditerranée (Marseille, Nice, Gênes, Naples, côte occidentale d'Italie, Sicile, côtes septentrionales d'Afrique); côtes de la mer

Adriatique, côtes occidentales de France, d'Espagne et de Madère, îles du Cap-Vert, Canaries, côte occidentale d'Afrique.

### ECHINOCYAMUS PUSILLUS. GRAY.

(Fibularia Tarentina.)

Habite les fonds coralligènes et les sables vaseux depuis vingt-cinq mètres jusqu'à soixante mètres. Associé tantôt au *Sp. granularis*, et au *Ps. microtuberculatus*, tantôt aux *Spatangues*, ou à l'*E. acutus*. Ses dépouilles se rencontrent en grande abondance dans l'intestin des *Spatangues*. Il est toujours de très petite taille.

### G. SPATANGUS. KLEIN.

Test médiocrement renflé, en forme de cœur; pétales larges; sillon antérieur large, plus ou moins profond. Fasciole infra-anale, proéminente, onduleuse; pas de fascioles latérales ou péripétales. Tubercules gros et perforés sur les cinq aires interambulacraires.

### SPATANGUS PURPUREUS. MULLER.

*Echinus purpureus*, Gmel., Pennant.

*Spatangus meridionalis*, Risso, Blainv., Philip, Ag., Gray, Sars, Duj. et Hup., Perrier, Teuscher.

» *Reginæ*, Gray.

» *spinosissimus*, Ag. Gray.

Le test cordiforme, tronqué obliquement à l'extrémité postérieure, présente un contour régulier; la face ventrale est aplatie. Le sillon antérieur large atteint sa plus grande profondeur au niveau de la circonférence du test. Le pôle apical est reporté un peu en avant. Les pétales antérieurs sont un peu plus longs, et forment ensemble un angle plus obtus que les pétales postérieurs qui sont un peu plus étroits et plus rapprochés. Le périprocte est large, allongé transversalement; la fasciole infra-anale fortement concave du côté de l'anus. La bouche est large et la lèvre inférieure peu proéminente. Le plastron ventral, allongé, triangulaire, présente à son centre un renflement peu marqué. Les aires ambulacraires ventrales, postérieures, sont larges, et les aires latérales, triangulaires. Les pores des tentacules péristomiens sont entourés d'un cercle profond; c'est dans les aires interradianales de la face dorsale que les tubercules atteignent les plus grandes

dimensions. Ces tubercules sont disposés près du bord apical des plaques et sont réunis par groupes plus ou moins nombreux ayant la forme d'un V ou d'un triangle; ces gros tubercules n'atteignent pas le pourtour du test. Les bords du sillon antérieur présentent plusieurs rangées de tubercules plus petits qui deviennent moins nombreux en se rapprochant du pourtour du test, au niveau duquel ils se continuent avec les tubercules de la face ventrale. Tout le reste de la face dorsale est couvert de tubercules miliaires. Les tubercules de la face ventrale, plus petits que les gros tubercules de la face dorsale, sont plus réduits vers le pourtour du test et passent insensiblement aux tubercules miliaires de la face dorsale. Les tubercules du plastron ventral deviennent de plus en plus petits, à mesure qu'ils se rapprochent de la ligne médiane. Les piquants, portés par les gros tubercules de la face dorsale, sont très longs et pointus; les piquants de la face ventrale sont beaucoup plus petits. Ils sont striés longitudinalement et transversalement, et jamais renflés en massue ni élargis en spatule. Leur couleur, généralement violet-pourpre, passe quelquefois au jaunâtre.

Les pédicellaires appartiennent à trois types différents. Les gros pédicellaires tridactyles et les pédicellaires ophicéphales ont été décrits par M. Perrier; on rencontre de plus, en grande abondance, sur toute la surface du test, de petits pédicellaires à hampe longue, à valves très courtes, triangulaires, finement dentées sur les bords. Cette forme existe chez la plupart des Spatangides : un pédicellaire analogue appartenant à l'*Echinocardium flavescens*, est représenté pl. VII.

STATION. — Le *Sp. purpureus* est assez fréquent dans le golfe de Marseille où il habite toujours des fonds sableux ou sablo-vaseux assez résistants. En quelques points, comme au sud-est du Château-d'If, il se montre à peine à 15 ou 18 m. de profondeur; il descend jusqu'à 30 et 40 m. dans les fonds coralligènes de l'île de Riou et de Podestat. Il est généralement associé au *Spb. granularis*, au *Ps. microtuberculatus*, à l'*Ech. flavescens*, etc.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côtes occidentales de Norwège, île Lofoden, Shetland, mer du Nord, côtes occidentales de France (La Rochelle), Cherbourg, Marseille, Nice, Naples, côte occidentale d'Italie, Malte, Trieste, Suez, Bermudes, Açores.

#### G. ECHINOCARDIUM. GRAY.

Test cordiforme, ambulacres pétaloïdes plus ou moins triangulaires; zone ambulacraire antérieure formant un sillon plus ou moins distinct. Extrémité postérieure tronquée verticalement. Une fasciole interne embrassant la zone

ambulacraire antérieure et une partie des pétales, une fasciole infra-anale présentant des branches ascendantes de chaque côté du périprocte. La portion des pétales, limitée par la fasciole interne, ne possède que des pores petits et simples plus ou moins oblitérés.

#### ECHINOCARDIUM FLAVESCENS.

*Amphidetus ovatus*, Düben och Koren, Ag. et Desor, Sars, Perrier, Thompson.

» *roseus*, Forbes, Möbius.

*Echinocardium ovatum*, Gray, Duj. et Hup., Lutken, Ag.

*Spatangus flavescens*, Muller.

» *ovatus*, Fleming, Blainv., Desm.

Le test ovale, régulièrement arqué, est tronqué postérieurement et d'un profil plus régulier que chez les autres espèces. La proéminence interradiale postérieure de la face dorsale est moins accentuée que chez l'*Ech. cordatum*. Les zones ambulacraires sont peu profondes et le sillon antérieur peu marqué, souvent même l'ambulacre antérieur est à fleur de test. La fasciole interne est grande, la fasciole infra-anale se termine inférieurement en une pointe peu marquée. La bouche est petite, et la lèvre postérieure étroite; le périprocte est large, peu allongé, transverse. Les zones ambulacraires ventrales sont un peu moins larges que chez l'*Ech. cordatum*. Les piquants sont assez longs et assez forts, en forme de spatule sur le plastron ventral. Couleur grise ou blanc sale.

Les pédicellaires sont de quatre sortes : 1° des pédicellaires gemmiformes, gros, à hampe courte, à valves légèrement rétrécies au milieu, dentées à l'extrémité; 2° des pédicellaires tridactyles à valves larges, rapprochées, assez allongées, à hampe courte; 3° des pédicellaires à tête petite, à valves triangulaires finement dentées sur les bords, et dont la tige calcaire de la hampe est séparée de la tête par une portion membraneuse très longue (pl. VII, fig. 57); 4° enfin, des pédicellaires plus gros, à valves charnues, d'une couleur pourpre très foncée et irrégulièrement répartis sur la face dorsale du test seulement. Certains échantillons en possèdent une vingtaine, d'autres seulement cinq ou six, quelques-uns paraissent en être complètement dépourvus. Les trois valves sont réunies à la base par une membrane claire, blanche, transparente, parsemée de petits points rouges constitués par les fibres des muscles adducteurs des valves (fig. 59 et 60). Ces pédicellaires ressemblent, par leur forme et la composition de leur squelette calcaire, aux pédicellaires gemmiformes glandulaires des *Sphærechinus* ou des *Echinus*, c'est-à-dire que la tige calcaire de la hampe s'articule directement avec les valves de la tête, et que le squelette calcaire de chaque valve comprend une partie basilaire élargie et une partie terminale très étroite. Ces tiges calcaires

supportent chacune un petit sac dont la paroi est formée par une lame très mince de tissu conjonctif, et une épaisse couche de fibres musculaires et qui ne renferme que des granulations de pigment rouge ou jaune, mais jamais une substance muqueuse comme chez les genres cités plus haut. Lorsqu'on dépose une goutte d'alcool sur ces pédicellaires, on voit le pigment rouge se dissoudre rapidement, et le sac ne tarde pas à se ratatiner et à se flétrir. Il faut remarquer que le pigment rouge n'existe que dans ces pédicellaires, toutes les autres parties du test de l'*Ech. flavescens* ne renfermant que du pigment jaune.

STATION. — Cette espèce a été découverte à Marseille par M. Marion dès 1869; elle a été signalée par M. Gauthier en 1874 d'après les individus recueillis au laboratoire de Marseille, et elle a été retrouvée depuis à Capri (Ludwig, Echinodermen des Mittelmeeres). Ce sont les deux seules stations où on la connait dans la Méditerranée. Les premiers individus recueillis au laboratoire provenaient des sables et des graviers coralligènes du golfe sur le pourtour de l'île de Pomègue, par 40 et 60 m. Depuis, l'*Ech. flavescens* a été découvert dans une station au sud-est du Château-d'If, dans une petite étendue de vase située au milieu des prairies de zostères. Les individus de cette station sont, en général, d'assez grande taille (3 centim. de long environ). Tout récemment, des pêcheurs ont trouvé, entre le port du Frioul et le Château-d'If, dans une autre bande vaseuse, quelques échantillons d'une taille véritablement remarquable : ils atteignaient, en effet, et dépassaient même quatre centimètres et demi de longueur.

L'*Ech. flavescens* est, en général, associé au *Spatangue* et au *Schizaster canaliciferus*.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côtes de Norwège, mer du Nord, Shetland, Dublin, Belfast, cap de Bonne-Espérance, Floride, Gulf-Stream.

#### ECHINOCARDIUM CORDATUM. GRAY.

*Amphidetus cordatus*, Forbes, Ag. et Desor, Duben och Koren, Müller, Sars, Fischer, Mobius, Perrier.

» *kurtzii*, Girard.

» *pusillus*, L. Ag.

*Echinus cordatus*, Pennant.

*Echinospatagus cordiformis*, Breyn.

*Spatangus arenarius*, Lamk., Blainv., Dem.

» *cordatus*, Fleming.

» *pusillus*, Leske.

Le test est mince, cordiforme; l'interradius postérieur renflé en une proémi-

nence assez marquée; le sillon ambulacraire antérieur est beaucoup plus profond que les ambulacres latéraux, et le test est légèrement proéminent de chaque côté de ce sillon. Les pétales sont triangulaires, assez profonds. La fasciole infra-anale est elliptique et se termine en pointe inférieurement. Le périprocte est allongé verticalement. Les espaces ambulacraires qui entourent la bouche diminuent rapidement de largeur à mesure qu'ils s'avancent vers le bord du test. Les pores de l'ambulacre antérieur sont très nombreux et très serrés. Le plastron ventral est ovale, les piquants de la face dorsale sont très minces et soyeux; ils sont plus longs sur la face ventrale et en forme de spatule sur le plastron actinal, mais toujours moins forts et moins longs que dans l'espèce précédente.

Le test est aplati horizontalement et son contour, vu d'en haut, est toujours moins régulier que chez l'*Ech. flavescens*. D'après Agassiz, les échantillons d'Amérique ont la proéminence interradiale postérieure plus accentuée, le périprocte plus circulaire, constitué par des plaques plus nombreuses, que les échantillons d'Europe où les plaques sont moins nombreuses et plus larges.

M. Marion possède dans sa collection quelques échantillons d'*Ech. cordatum* dragués dans la rade de Syra et qui s'écartent assez notablement du type normal. Leur étude présente, à cet égard, un certain intérêt. Ces échantillons, de tailles différentes, sont un peu plus allongés que les individus atlantiques, le sillon antérieur et les ambulacres pétaloïdes y sont moins profonds, les piquants plus longs et plus forts que chez les types normaux; la forme en spatule des piquants du plastron ventral y est aussi plus accentuée que d'ordinaire. Le plus jeune de ces échantillons possède un périprocte normal, allongé longitudinalement; les exemplaires moyens l'ont arrondi; il devient ovale transversalement sur les deux plus grands individus. Chez l'un de ceux-ci, le contour du test est presque régulier et le fait ressembler, lorsqu'on le regarde d'en haut, à un *Ech. flavescens*; vu de profil, il ressemble à l'*Ech. cordatum*, à cause de l'aplatissement de sa face dorsale; le sillon antérieur et les pétales y sont encore moins profonds que chez les quatre autres échantillons.

Ces individus sont certainement des *Ech. cordatum*; mais les caractères de cette espèce tendent à s'effacer et à être remplacés par ceux de l'*Ech. flavescens*, et cela avec les progrès de l'âge (allongement transversal du périprocte, effacement du sillon antérieur, régularité dans le contour du test, développement des piquants). Ils forment évidemment entre ces deux espèces un type de transition qu'il est intéressant de constater.

STATION. — L'*Ech. cordatum* est rare dans le golfe de Marseille. Quelques individus ont été pris dans le golfe de la Madrague et celui du Prado par 2-4 mètres de profondeur dans le sable. L'espèce devient plus abondante vers les

plages sableuses des embouchures du Rhône, et paraît assez commune à Fos. Tous les individus de Provence sont toujours de petite taille.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côtes de Norwège, Méditerranée, mer du Nord, Shetland, Grande-Bretagne, Brest (Crozon), côte occidentale de France, Naples, côte orientale de l'Amérique du Nord, Floride, Brésil.

ECHINOCARDIUM MEDITERRANEUM. GRAY.

*Amphidetus gibbosus*, Ag. et Des., Fischer.

» *Mediterraneus*, Forbes, Ag. et Des., Sars, Heller.

*Echinocardium gibbosum*, Gray, Duj. et Hup.

Le test est élevé, aplati supérieurement; l'extrémité antérieure est verticale et l'extrémité postérieure tronquée obliquement. Le contour du test, quand on regarde l'animal par la face ventrale, présente deux angles latéraux au niveau de la bouche, et un angle postérieur sur le plastron ventral. Le renflement inter-radial postérieur est très prononcé, le sillon ambulacraire antérieur peu profond, et les pétales moins triangulaires que chez les autres espèces. Le périprocte est allongé verticalement. La fasciole interne est rapprochée de l'extrémité antérieure et la fasciole infra-anale se termine en pointe inférieurement. La face ventrale est aplatie, les zones ambulacraires ventrales et surtout les zones postérieures sont très larges.

STATION. — L'*Ech. Mediterraneum*, très rare à Marseille, est, par contre, assez abondant sur les plages des embouchures du Rhône, autour de Fos jusqu'à Aiguesmortes (Grau du Roi). La vague rejette assez souvent à la côte le test, qu'on trouve presque toujours brisé, et il est assez difficile de se procurer cette espèce en draguant dans le sable où elle s'enfonce.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Marseille, Cette, Nice, Gênes, Naples, côtes de Sicile, Trieste, mer Ionienne, côtes d'Algérie.

Je n'ai eu à ma disposition que des échantillons desséchés d'*Ech. cordatum* et *mediterraneum*, dont je n'ai pu, par conséquent, étudier ni les pédicellaires ni l'anatomie interne. L'anatomie de l'*Echinocardium flavescens* est peu différente de celle du *Spatangue*. La courbure intestinale inférieure est d'une couleur grise, la supérieure d'une couleur brun clair. Le rectum présente à son origine un appendice en forme de diverticulum, sorte de réservoir stercoral, rempli de vase comme le reste du tube digestif, et dont les parois n'offrent rien de particulier

dans leur structure. Le diverticulum ne présente pas de plis transversaux. Le siphon, qui décrit une courbe assez prononcée sur la plaque mésentérique ventrale, ne s'ouvre dans le tube digestif qu'à l'extrémité de la courbure inférieure. Le vaisseau marginal interne donne en avant quelques vaisseaux au tube digestif et se continue jusqu'au deuxième orifice du siphon, au niveau duquel il se divise en plusieurs branches qui se ramifient en très grande partie sur la face dorsale de la courbure inférieure.

#### G. SCHIZASTER. Ag.

Test ovale, allongé, renflé, pôle apical postérieur; ambulacre antérieur marqué par un sillon très large et très profond. Ambulacres pétaloïdes très inégaux, pétales antérieurs longs, légèrement flexueux, profonds, presque parallèles au sillon antérieur. Une fasciole péripétale anguleuse, entourant les pétales de très près, et une fasciole latérale, partant de l'extrémité des pétales antérieurs. Lèvre postérieure très proéminente. De deux à trois ouvertures génitales.

#### SCHIZASTER CANALIFERUS. L. Ag. et DESOR.

*Echinus lacunosus*, Lin., Gmel.

*Micraster canaliferus*, L. Ag., Philip.

*Nina canalifera*, Gray.

*Ova canaliferus*, Gray.

*Schizaster cordatus*, Brohn.

*Spatangus canaliferus*, Lamk., Blainv., Desm., Krohn.

» *lacunosus*, Leske.

Le test est à peu près cordiforme; vu de profil, il paraît mince en avant, et devient rapidement plus large à mesure qu'on s'approche de l'extrémité postérieure où il atteint sa plus grande largeur. L'interradius postérieur est renflé en une proéminence arrondie; l'extrémité postérieure est tronquée verticalement; la face inférieure est convexe. Les pétales antérieurs sont flexueux, profonds, un peu élargis à l'extrémité; les pétales postérieurs sont petits et arrondis. L'extrémité apicale des pétales est étroite, terminée en pointe et les pores y sont très petits. Le sillon antérieur forme une dépression rectangulaire très large et très profonde, à bords verticaux, qui diminue de profondeur à partir du point où passe la fasciole péripétale, s'arrondit et s'atténue peu à peu jusqu'à la bouche. Les pores, très nombreux, sont situés dans l'angle formé par le plan inférieur et les bords verticaux du sillon. Les pores des pétales postérieurs sont plus petits

que ceux des pétales antérieurs. Les zones ambulacraires ventrales sont étroites. Les tubercules de la face dorsale sont petits et égaux, sauf sur les bords du sillon antérieur où ils sont plus gros. Les tubercules de la face ventrale sont gros et de dimensions semblables; ceux du plastron ventral sont plus petits, disposés en séries et diminuent de grosseur en se rapprochant de l'extrémité postérieure. Les piquants, courts et minces sur la face dorsale, recouvrent complètement les pétales et le sillon antérieur; ils sont plus longs sur la face ventrale, en forme de spatule sur le plastron, où ils sont réunis en touffes qui partent du même point, deux touffes latérales et une touffe postérieure. La couleur est d'un blanc grisâtre.

Les pédicellaires du *Schiz. canaliferus* sont très caractéristiques et de quatre formes différentes. On trouve en effet : 1° Des pédicellaires à quatre branches constants et très nombreux. Leurs valves, larges à la base, deviennent rapidement très étroites et gardent les mêmes dimensions jusqu'à leur extrémité qui est légèrement recourbée; les bords ne sont pas pourvus de dents à proprement parler, mais simplement garnis de petits tubercules pointus et espacés, plus rapprochés vers l'extrémité des valves (Pl. VII, fig. 55). La tige calcaire de la hampe est peu éloignée de la tête du pédicellaire. 2° Des pédicellaires rappelant le type ordinaire des pédicellaires tridactyles; les valves sont larges à la base, rétrécies dans leur premier quart, et s'élargissent de nouveau en cuillerons concaves, dont les bords sont armés de grosses dents. 3° Des pédicellaires gros et ramassés, très nombreux surtout au voisinage du périprocte, mais existant aussi sur les autres parties du test. Leurs valves, très larges à la base, se rétrécissent à leur extrémité qui présente une assez forte courbure et sont entourées d'une enveloppe conjonctive; leurs bords sont dépourvus de dents; mais l'extrémité supérieure de chaque valve est, par contre, garnie de cinq ou six dents pointues et très fortes. L'appareil apophysaire des valves est très développé. La tige calcaire de la hampe s'articule directement avec la face inférieure de la tête du pédicellaire, et elle présente, à une certaine distance de son extrémité, un renflement assez prononcé : c'est sur ce renflement et le long de la portion sus-jacente de la tige que s'insèrent les muscles adducteurs des valves. Les trois valves du pédicellaire sont entourées d'une membrane commune qui les enveloppe sur les deux tiers de leur longueur (Pl. VII, fig. 56). 4° Enfin de petits pédicellaires à trois valves triangulaires finement dentées sur les bords, dont la hampe présente une tige calcaire courte et une portion membraneuse très longue.

L'œsophage est très court; il se dirige très obliquement vers la gauche, et devient très étroit dans sa dernière portion avant de déboucher dans la courbure inférieure. Celle-ci, de couleur grise, est beaucoup plus étroite que la courbure supérieure qui est trois fois plus large et d'une couleur brune. Le rectum présente vers le milieu de son trajet un diverticulum analogue à celui de l'Echino-

cardium, mais relativement plus petit. Le siphon présente à son origine une portion à parois épaisses comme chez le *Spatangue*; son trajet est très court. Outre ce siphon, il existe un siphon accessoire analogue à celui du *Brissopsis* et du *Brissus*, mais qui ne comprend qu'une région très peu étendue de la courbure intestinale inférieure, contre laquelle il est étroitement appliqué (Pl. III, fig. 14, *SA*). Le diverticulum est très long, car le pôle apical est très éloigné du bord antérieur; il ne présente pas de plis transversaux. La grande lamelle mésentérique ventrale ne s'étend pas jusqu'à l'extrémité de la courbure inférieure, comme c'est le cas ordinaire, mais s'arrête à peu près vis-à-vis du deuxième orifice du siphon. Le vaisseau marginal interne, qui ne fournit aucune branche à l'intestin depuis le diverticulum jusqu'à l'orifice du siphon, donne à partir de ce point (*b*) de nombreux vaisseaux qui se ramifient sur la face dorsale et sur la face ventrale de la dernière portion de la courbure inférieure. Le canal du sable suit une voie très directe pour arriver à l'organe d'excrétion; il longe le bord de l'œsophage, croise la courbure inférieure et vient contourner le bord libre de la lame mésentérique ventrale, pour plonger dans la profondeur et se diriger vers la plaque madréporique (*C*). Les glandes génitales antérieures n'existent pas; les deux glandes postérieures sont, par contre, très volumineuses (Pl. II, fig. 12).

STATION. — Le *Schizaster canaliferus* est fort rare dans le golfe de Marseille; il a été rencontré dans les fonds vaseux au sud-est du Château d'If et à l'est de Pomègue, où il vit associé au *Spatangue*, et à l'*Ech. flavescens*, par 20 et 40 mètr. de profondeur. La plupart des échantillons arrivent toujours morts et dépourvus de piquants. Il est signalé par Gauthier au large du cap Couronne.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Cette espèce n'a été signalée que dans la Méditerranée : Marseille, Nice, côtes occidentales d'Italie, Naples; Trieste.

#### G. BRISSOPSIS. KLEIN.

Test ovoïde renflé; pôle apical à peu près central; ambulacres antérieurs marqués par un sillon peu profond; ambulacres pétaloïdes inégaux; deux fascioles péripétale et infra-anale entières.

#### BRISSOPSIS LYRIFERA. Ag. et Des.

*Brissus lyrifer*, Forbes, Duben och Koren, Mobius.

» *pulvinatus*, Philip.

*Schizaster incertus*, Aradas.

Le test est mince, ovale, médiocrement renflé, légèrement déprimé. Les ambulacres pétaloïdes sont tous de même profondeur et les postérieurs moins étendus que les antérieurs; les pores forment des lignes longitudinales également écartées l'une de l'autre. La fasciole péripétale, peu sinueuse, traverse les pétales postérieurs; la fasciole infra-anale est légèrement concave du côté de l'anus. Le périprocte est presque circulaire, légèrement allongé verticalement; les plaques qui le constituent sont larges à la périphérie, surtout du côté de la fasciole infra-anale, petites et irrégulières au centre. Les zones ambulacraires ventrales postérieures sont larges, ce qui rend le plastron actinal étroit et allongé. La face ventrale est couverte de gros tubercules qui atteignent près de la bouche leurs plus fortes dimensions; la face dorsale est couverte de tubercules plus petits, moins nombreux sur le prolongement des ambulacres pétaloïdes et dans la zone interr radiale postérieure. Les piquants du plastron ventral sont généralement disposés en deux touffes de chaque côté de la ligne médiane. Les piquants, courts sur la face dorsale, sont plus longs sur la face ventrale; ils ne sont jamais renflés ni aplatis en forme de spatule. Quatre ouvertures génitales.

Il arrive quelquefois que la fasciole infra-anale envoie de chaque côté de l'anus deux branches montantes qui constituent ainsi une fasciole anale incomplète. Agassiz signale ce caractère comme particulier aux individus américains chez lesquels cette fasciole anale est assez nettement définie, tandis qu'elle est à peine marquée chez les échantillons européens. Je ne l'ai, en effet, jamais vue sur les échantillons que j'avais à ma disposition et qui provenaient, les uns des côtes de Provence, les autres des côtes de Suède.

Les pédicellaires du *Br. lyrifera* sont de trois sortes et ne présentent aucun caractère saillant qui permette d'en faire une description spéciale. Les pédicellaires gemmiformes sont généralement petits, et la tige calcaire de la hampe est peu éloignée de la tête. Les pédicellaires tridactyles sont gros; leurs valves, supportées par une hampe courte, sont pourvues de dents fortes et espacées dans leur moitié inférieure, plus fines et plus serrées dans leur moitié supérieure. Enfin la troisième sorte comprend de petits pédicellaires longs et à valves triangulaires identiques à ceux qui existent chez le *Spatangue*.

Les caractères anatomiques du *Brissopsis lyrifera* sont les suivants : les deux courbures du tube digestif sont fort larges relativement aux dimensions de l'animal. Aussi les lames mésentériques, très minces d'ailleurs, qui en réunissent les différentes portions sont-elles assez étroites, et principalement la grande lamelle mésentérique dorsale sur laquelle court le canal du sable; les deux régions voisines de la courbure inférieure, qui sont assez éloignées chez les autres types, se touchent presque chez le *Brissopsis* (Pl. II, fig. 11). La courbure supérieure est d'une couleur jaune brun qui tranche sur la couleur grise de la courbure inférieure.

Le rectum est très court, et, à cause de la largeur de l'intestin et de la position élevée de l'anus, il est complètement recouvert par la courbure inférieure, lorsqu'on regarde l'animal par sa face ventrale. Le siphon, au lieu d'avoir à son origine des parois épaisses, présente au contraire une dilatation considérable et des parois très minces; il s'ouvre, après un court trajet, en un point de la courbure inférieure, située à peu près dans l'interradius postérieur (*SO*). Il existe, de plus, un siphon accessoire beaucoup plus étroit que le siphon principal, qui s'ouvre de part et d'autre dans la courbure inférieure (*SA*); ce deuxième siphon court sur la plaque mésentérique ventrale à une certaine distance du tube digestif, auquel il reste parallèle sur tout son trajet.

Le vaisseau marginal interne (*VMI*) ne donne aucune branche au tube digestif, depuis le diverticulum jusqu'au niveau du deuxième orifice du siphon; à partir de ce point, il fournit de nombreuses branches qui se ramifient sur les faces dorsale et ventrale de l'extrémité de la courbure inférieure. Le trajet du canal du sable est analogue à celui du *Spatangue*. Les glandes génitales sont au nombre de quatre; les glandes génitales antérieures sont moins développées que les postérieures, elles sont reportées très en avant et leurs canaux afférents sont fort longs.

STATION. — Cette espèce n'abandonne pas les régions profondes. Elle a été capturée par les chaluts des bateaux « bœufs » qui traînent leurs engins au large des embouchures du Rhône, par 100 et 120 mètres de profondeur. Elle a été trouvée au large de Port-de-Bouc dans des fonds de vase et de sable vaseux. Elle paraît aussi exister devant Fos (Gauthier).

Le *Br. lyrifera* se retrouve jusque dans les grands fonds de la Méditerranée.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côte occidentale de Norvège, Groënland, côtes d'Angleterre, Naples, Palerme, cap de Bonne-Espérance, Floride.

Les échantillons à l'aide desquels j'ai pu étudier l'anatomie de cette espèce, étaient conservés dans l'alcool et appartenaient à M. Marion qui a bien voulu les mettre à ma disposition.

G. BRISSUS. KLEIN.

Test ovoïde plus ou moins allongé. Pôle apical reporté en avant. Ambulacres pétaloïdes étroits, assez profonds; les pétales antérieurs sont presque sur le prolongement l'un de l'autre; les pétales postérieurs, très rapprochés, forment ensemble un angle aigu. Ambulacre antérieur à fleur de test ou marqué par

un léger sillon. Deux fascioles, infra-anale et péripétale, cette dernière très sinueuse. Quatre pores génitaux.

BRISSUS UNICOLOR. KLEIN.

*Brissus carinatus*, Risso, Aradas.

» *colombaris*, Gray, L. Ag., Lamk., Lütken., Perrier.

» *dimidiatus*, Ag. et Des., Gray.

» *placenta*, Philip.

» *scillæ*, A. Ag., Gray, Brohn, Lovèn, Duj. et Hup., Perrier.

*Echinus ovatus*, Gmel.

» *unicolor*, Gmel.

*Spatangus columbaris*, Lamk., Blainv.

» *ovatus*, Gmel. Desm.

» *unicolor*, Gmel.

Le test elliptique est largement renflé en arrière; l'extrémité postérieure est tronquée verticalement; il n'existe pas de renflement sur l'interradius postérieur. Les pétales sont tous de même longueur et de même profondeur. La fasciole péripétale ne présente qu'un seul angle rentrant dans les aires interradianales antérieures. La fasciole infra-anale est légèrement concave du côté de l'anus. L'ambulacre antérieur est à fleur de test et marqué par une bande de petits tubercules serrés entre les zones porifères. Le périprocte est large, allongé verticalement. Le péristome est grand, la lèvre inférieure peu proéminente. La face ventrale est légèrement concave, le plastron actinal large et elliptique; les aires ambulacraires postérieures sont étroites. La face dorsale du test présente des tubercules primaires de même dimension, en avant des pétales antérieurs; le reste de la face dorsale est recouvert de tubercules très petits; les tubercules de la face ventrale deviennent plus petits vers l'extrémité postérieure. Les radioles sont courtes sur la face dorsale et un peu plus longues sur la face ventrale; elles s'élargissent en spatule vers l'extrémité postérieure du plastron actinal.

Le *Br. unicolor* diffère du *Br. carinatus*, qui en est très voisin, par l'angle rentrant unique que présente la fasciole dans les interradianes antérieurs et l'extrémité postérieure du test tronquée verticalement, tandis qu'elle l'est obliquement chez le *Br. carinatus*.

Les pédicellaires sont de trois sortes : 1° Des pédicellaires à valves courtes et étroites, élargies à la base; leurs bords sont dépourvus de dents sur presque toute leur longueur. L'extrémité seule en possède quelques-unes; la tige calcaire de la hampe est séparée de la tête par un long intervalle rempli par des parties molles (Pl. VII, fig. 54). 2° Des pédicellaires tridactyles dont les valves ne sont garnies de dents que dans leur moitié supérieure; la moitié inférieure présentant des

bords irrégulièrement déchiquetés (Pl. VII, fig. 53). 3° Des pédicellaires courts, ventrus, à valves recouvertes d'une enveloppe membraneuse et terminées à leur extrémité par quelques fortes dents, à tête articulée directement sur la tige calcaire de la hampe; ils sont analogues à ceux que j'ai signalés plus haut chez le Schizaster et n'en diffèrent que par leurs dimensions moindres.

Le tube digestif du *Br. unicolor* présente à peu près le même trajet que celui du Spatangue; le siphon, qui conserve à peu près le même calibre sur tout son trajet, décrit sur la plaque mésentérique ventrale, une courbe très prononcée avant de s'accoler à la courbure inférieure qui l'accompagne jusqu'en un point voisin de son extrémité (Pl. II, fig. 10, *SO*) terminale. Il existe, comme chez le Brissopsis et le Schizaster, un siphon accessoire de petit calibre, étroitement appliqué contre la courbure inférieure, dans laquelle il s'ouvre par ses deux extrémités (*SA*, *g* et *h*). Le vaisseau marginal interne ne fournit de branches au tube digestif qu'au niveau du deuxième orifice du siphon, en *b*, et la plupart de ses branches se ramifient sur la face dorsale de la courbure inférieure, comme chez le Spatangue. La branche de communication (*BR*) n'a pas un trajet direct et n'arrive aux anneaux péribuccaux qu'après avoir décrit une courbe très prononcée. Il n'existe que trois glandes génitales: c'est la glande antérieure droite (interradius 5) qui a disparu.

STATION. — Le *Br. unicolor* est rare à Marseille; il a été pris quelquefois dans les sables vaseux, autour du Château d'If et dans le bassin National. Il vit en général à une profondeur de 10 à 20 mètres.

EXTENSION GÉOGRAPHIQUE. — Côte occidentale d'Italie, Sicile, Palerme, îles du Cap-Vert, îles Canaries, Gulf-Stream, Guadeloupe, Bermudes, Jamaïque, Cuba, Haïti, côte occidentale de l'Inde.

Je dois à l'obligeance de M. le professeur Greeff de Marburg, l'envoi de quelques échantillons de *Brissus unicolor*.





## FÉCONDATIONS HYBRIDES.

Pendant les mois de mars et avril, époque à laquelle la plupart des Echinides des côtes de Provence sont en état d'activité sexuelle, j'ai tenté une série d'essais d'hybridation entre quelques espèces d'Oursins Réguliers, ainsi qu'entre le Spatangue et ces mêmes espèces. Je fis ces expériences sur les conseils de M. Marion qui avait jadis pratiqué des essais de ce genre entre le Strongylocentrotus et le Sphœrechinus, et avait pu obtenir des Pluteus hybrides (1). Il était intéressant de rechercher si les mêmes résultats s'obtiendraient par le croisement d'autres types d'Oursins, et de connaître surtout les résultats auxquels on arriverait en fécondant les œufs des Spatangues par les spermatozoïdes d'Oursins Réguliers, ou réciproquement les œufs de ces derniers par les spermatozoïdes des Spatangues, de rechercher en un mot dans quelles limites l'hybridation est possible entre ces types qui présentent des différences si grandes dans leur organisation interne.

Il aurait été très intéressant aussi d'entreprendre les mêmes expériences sur les Oursins Irréguliers; malheureusement, ni au printemps ni en automne, je n'ai rencontré d'*Ech. flavescens*, la seule espèce avec le Spatangue que je pouvais me procurer vivante, en état d'activité sexuelle.

J'ai obtenu dans toutes les expériences des segmentations normales, puis des morula et des blastula, et le plus souvent des gastrula et des Pluteus. On sait que les embryons d'oursins obtenus à l'aide de fécondations artificielles ne vivent en général pas au delà d'une douzaine de jours, quelque soin qu'on prenne pour leur conservation, qu'arrivés à un certain état de développement ils restent stationnaires ou deviennent monstrueux et ne tardent pas à périr; il y a là une sorte de période critique que l'embryon ne peut dépasser. Il en a été de même bien entendu pour les Pluteus que j'avais obtenus à l'aide de fécondations croisées. Cet arrêt de développement qui s'oppose aux différenciations embryogéniques importantes que doit subir plus tard le Pluteus, est très regrettable, car il eût été très intéressant

---

(1) MARION. — *Fécondations hybrides d'Echinodermes*. Comptes-Rendus, 1873.

de savoir ce que deviennent plus tard les *Pluteus* hybrides. Je suis loin de prétendre que les phénomènes du développement devaient nécessairement se continuer chez eux jusqu'à l'apparition du jeune Echinoderme ; mais il est possible que si ces *Pluteus* hybrides rencontraient dans les aquariums toutes les conditions nécessaires au développement ordinaire des *Pluteus* normaux, ils pourraient, tout comme ces derniers, continuer à grandir et offrirait sans doute un sujet d'étude fort intéressant. Toutefois il n'est pas possible de prévoir ce qu'ils deviendraient, et on n'a pas encore rencontré dans la nature des Oursins offrant des caractères évidents d'individus hybrides. Mais il est juste de remarquer à ce sujet, que beaucoup d'espèces d'Echinides vivent dans des stations et à des profondeurs différentes et que souvent aussi, chez les espèces réunies dans les mêmes localités, les éléments reproducteurs ne sont pas développés aux mêmes époques de l'année. Il est possible cependant que les *Ech. cordatum* trouvés à Syra et dont les caractères, que j'ai décrits plus haut, sont intermédiaires entre ceux de l'*Ech. cordatum* type et l'*Ech. flavescens*, soient le résultat d'un croisement entre ces deux espèces. Agassiz, en signalant la possibilité d'obtenir des *Bipinnaria* hybrides entre l'*Asteracanthion Berylinus* femelle et l'*Ast. pallidus* mâle, ajoute « qu'il n'est pas étonnant, si la fécondation entre espèces voisines est possible, qu'il se trouve parmi les nombreuses espèces du genre des hybrides, ce qui ajouterait beaucoup à la difficulté déjà considérable de distinguer les espèces du genre (Arch. Zool. Exp., 1874).

Je ne veux pas rechercher la valeur philosophique que peut avoir l'existence d'un *Pluteus* hybride de Spatangue et d'Oursin, pas plus que la possibilité du développement d'un tel *Pluteus* au-delà de la période critique qu'il ne peut dépasser dans les fécondations artificielles. J'énoncerai seulement les quelques conclusions suivantes qu'on peut tirer immédiatement des expériences que je relaterai plus loin.

I. Dans toutes les expériences, quels que fussent les deux types en présence, j'ai pu obtenir des embryons qui ont atteint l'état de blastula, de gastrula ou de *Pluteus*. Les fécondations croisées sont donc possibles, et dans des limites assez étendues, entre certaines espèces d'Echinides ; les embryons résultant de ces fécondations se développent rapidement, et, dans beaucoup de cas, atteignent l'état de *Pluteus* ; ceux-ci continuent à vivre aussi longtemps que s'ils provenaient d'une fécondation légitime.

II. Si l'on compare le développement d'un embryon hybride de deux espèces d'Oursins réguliers au développement d'embryons légitimes de ces deux espèces, on voit que les processus embryogéniques se correspondent dans les deux cas, c'est-à-dire qu'après le même laps de temps, on observe les mêmes modifications, à très peu près chez ces divers embryons. Lorsque, au contraire, il s'agit du

Spatangue et d'un Régulier, les phénomènes de développement s'opèrent d'une façon plus lente que dans le cas de fécondation directe.

III. Les embryons hybrides prennent la forme des embryons de l'espèce qui fonctionne comme femelle dans l'expérience, ou du moins une forme très voisine; les Pluteus obtenus par la fécondation d'ovules de *Strongylocentrotus* ou de Spatangue par un *Psammechinus* ressemblent au Pluteus de ces deux premiers types, et non à ceux du *Psammechinus*.

IV. Les Pluteus obtenus par le croisement entre Réguliers offrent dans leurs contours quelques différences peu sensibles avec les Pluteus légitimes de l'espèce à laquelle on a emprunté les ovules; les Pluteus obtenus par le croisement d'un Spatangue femelle et d'un Oursin régulier ne reproduisent pas, au contraire, la forme typique des Pluteus légitimes de Spatangue. En effet, des différences s'observent déjà dans la gastrula qui est beaucoup moins riche en pigment dans le premier cas que dans le second; ces différences s'accroissent dans le Pluteus dont les bras restent plus courts, la forme plus ramassée, que chez les Pluteus légitimes, et surtout on n'observe pas chez eux cette tige calcaire qui s'élève sur la pointe des Pluteus et caractérise ceux des Spatangues. Bien que ces Pluteus hybrides vivent pendant quelques jours, jamais ils n'acquièrent cette forme caractéristique.

V. De ce que les œufs d'une espèce peuvent être fécondés par les spermatozoïdes d'une autre espèce et donner naissance à un Pluteus parfait, il ne s'ensuit pas que la réciproque soit vraie, et que les embryons obtenus en renversant l'expérience doivent nécessairement se développer jusqu'à l'état de Pluteus. Les ovules du Spatangue fécondés par un *Psammechinus* deviennent des Pluteus; les ovules des *Psammechinus* fécondés par le Spatangue ne peuvent dépasser l'état de blastula.

VI. Autant que je puis en juger d'après les résultats auxquels je suis parvenu, si l'on réunit la somme des diverses expériences où l'hybridation était faite entre Réguliers, et celles où elle était faite entre un Spatangue et un Régulier, on trouvera que, d'une façon générale, l'embryon parvient à un état beaucoup plus avancé dans le premier cas que dans le second. En un mot, le développement est plus facile, lorsque les deux parents sont plus voisins. — Nous savons qu'il est aussi plus rapide.

Je me borne à tirer de mes expériences ces quelques conclusions : aller plus loin et leur attribuer une importance qu'elles ne peuvent avoir, serait, en effet, sortir du domaine des faits observés pour avancer des hypothèses. Quelque incomplètes que soient ces expériences, — et elles le sont nécessairement, par suite des condi-

tions particulières que le *Pluteus* exige pour continuer à vivre et à se développer, conditions qu'il est impossible de réaliser artificiellement, — j'ai pensé qu'elles présenteraient peut-être quelque intérêt, et c'est ce qui m'a engagé à les rapporter. Elles prouvent tout au moins une chose, c'est que les ovules appartenant à un genre d'Echinide quelconque peuvent être fécondés par les spermatozoïdes d'un genre très éloigné et donner des embryons qui parviennent à un état passablement avancé de leur développement; *a priori*, la distance qui sépare un *Psammechinus*, c'est-à-dire un type régulier, d'un *Spatangue*, construit sur un type anatomique tout autre et appartenant à un ordre différent, semblait exclure toute possibilité de fécondation entre ces deux genres.

On pourra vérifier les conclusions que j'ai énoncées plus haut en parcourant la liste que je donne ici de quatorze observations qui résument les différentes phases du développement d'embryons hybrides obtenus par le croisement des genres *Sphærechinus*, *Strongylocentrotus*, *Psammechinus*, *Dorocidaris* et *Spatangue*, remplissant successivement le rôle de mâle et de femelle vis-à-vis les uns des autres. Comme les mêmes expériences ont été répétées plusieurs fois, et que dans certaines d'entre elles, les embryons atteignaient un stade auquel ils ne parvenaient pas dans d'autres, j'ai choisi celles dans lesquelles j'avais rencontré les états les plus avancés et qui sont naturellement les plus concluantes.



## OBSERVATION I.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♀.

SPHÆRECHINUS GRANULARIS ♂.

La fécondation est opérée le 14 avril, à 4 heures du soir.

14 *Avril*, 7 h. 1/2 *soir*. — Tous les œufs sont régulièrement segmentés, la plupart en quatre, quelques-uns en huit sphères.

15 *Avril*, 9 h. *matin*. — Les larves sont à l'état de blastula très mobiles, quelques-unes présentent des vésicules mésodermiques peu nombreuses se détachant de leur pôle épaissi.

7 h. *soir*. — Toutes les larves présentent une invagination gastrique assez profonde, atteignant à peu près le centre de la gastrula ; des spicules calcaires à trois branches se sont développés de chaque côté du blastopore ; de nombreuses vésicules mésodermiques entourent la cavité gastrique. On rencontre déjà de nombreux dépôts de pigment rouge.

16 *Avril*, 10 h. *matin*. — Je rencontre encore quelques gastrula dont l'invagination gastrique complète atteint le pôle opposé au blastopore, et chez lesquels on observe l'étranglement qui doit séparer de l'intestin primitif les vésicules vasopéritonéales. La plupart des larves sont à l'état de Pluteus présentant deux bras pairs assez allongés et un bras médian impair, les baguettes calcaires s'étendent de la pointe du Pluteus jusqu'à l'extrémité des bras, le tube digestif est encore peu différencié, mais les vésicules vasopéritonéales s'en sont complètement détachées.

6 h. *soir*. — Les caractères des Pluteus se sont accentués : les bras se sont allongés ; le tube digestif s'est différencié en un œsophage, un estomac et un intestin terminal. Le lobe impair est toujours large et simple.

17 *Avril*, 8 h. *matin*. — Le lobe impair présente une échancrure plus ou moins accentuée ; cette échancrure est devenue beaucoup plus profonde à 6 h. du soir.

18 *Avril*, 7 h. *soir*. — Tous les Pluteus possèdent quatre bras distincts supportés par des tiges calcaires sur lesquelles commencent à pousser de petites tiges secondaires. A partir de ce jour, la forme des Pluteus ne change pas ; les bras s'allongent encore un peu dans la journée du 19, puis restent stationnaires. Ils continuent à vivre jusqu'au 23 avril.

## OBSERVATION II.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♀.  
PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS ♂.

La fécondation est opérée le 5 avril, à 4 h. soir.

5 *Avril*, 7 h. 1/2 *soir*. — Tous les œufs sont régulièrement segmentés en 2 et en 4, quelques-uns en 8.

6 *Avril*, 9 h. *matin*. — La plupart des larves sont à l'état de blastula mobiles, présentant à leur pôle épaissi quelques vésicules mésodermiques. Encore quelques morula.

2 h. *soir*. — Toutes les larves sont à l'état de blastula ; les vésicules mésodermiques sont devenues plus nombreuses. Sur quelques larves, on observe déjà une légère dépression, première trace de l'invagination gastrique, et de petits spicules calcaires à trois branches.

7 *Avril*, 9 h. *matin*. — Presque toutes les larves sont des Pluteus déjà assez avancés présentant deux bras pairs assez longs et un lobe impair, supportés par des tiges calcaires complètement formées ; de nombreuses cellules à pigment. Encore quelques gastrula.

3 h. *soir*. — Les Pluteus sont plus développés ; de petites branches secondaires apparaissent sur le squelette calcaire des bras. Le tube digestif est complètement différencié.

8 *Avril*, 9 h. *matin*. — Le bras impair présente une échancrure peu marquée, qui s'accroît pendant la journée et atteint le soir le milieu de sa hauteur.

9 *Avril*, 9 h. *matin*. — Les quatre bras sont parfaitement distincts. Les Pluteus deviennent encore un peu plus gros et les bras continuent à s'allonger jusqu'au 10. A partir de ce jour, les larves ne présentent plus de modifications et restent vivantes jusqu'au 15.

## OBSERVATION III.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♀.  
SPATANGUS PURPUREUS ♂.

Fécondation opérée le 14 avril, à 4 heures du soir.

14 *Avril*, 7 h. 1/2 *soir*. — Un certain nombre d'œufs sont intacts, les autres sont segmentés en 4 ou en 8. La plupart des œufs non segmentés étaient cependant parfaitement mûrs, car on n'y apercevait plus la vésicule ni la tache germinative.

15 *Avril*, 8 h. *matin*. — Toujours un grand nombre d'œufs non segmentés; ceux qui ont été fécondés sont pour la plupart à l'état de blastula très jeunes; encore plusieurs morula.

7 h. *soir*. — Les larves, toujours fort peu nombreuses relativement aux œufs non fécondés, sont à l'état de blastula présentant plusieurs vésicules mésodermiques.

16 *Avril*, 9 h. *matin*. — Un certain nombre de larves vivantes, la veille, sont déjà mortes; çà et là, j'en rencontre quelques-unes encore vivantes: elles présentent de nombreuses vésicules mésodermiques et un commencement d'invagination gastrique.

Les larves n'ont pas dépassé cet état de gastrula très jeune; le soir, il n'en restait plus une seule vivante.

#### OBSERVATION IV.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♀.

DOROCIDARIS PAPILLATA ♂.

Fécondation opérée le 13 avril, à 5 heures du soir.

Les deux seuls Dorocidaris trouvés pendant mon séjour à Marseille, au mois d'avril, étaient pêchés déjà depuis longtemps quand ils furent apportés au laboratoire. Tous deux étaient des mâles. Bien qu'ils ne fussent pas en parfait état, comme je trouvai encore quelques spermatozoïdes mobiles, en examinant le contenu des glandes génitales, je tentai la fécondation, sans espérer toutefois obtenir de résultat.

13 *Avril*, 8 h. *soir*. — Un certain nombre d'œufs sont segmentés régulièrement, en quatre pour la plupart; les autres sont restés intacts.

14 *Avril*, 8 h. *matin*. — Je trouve encore un certain nombre d'ovules non segmentés, mais des blastula en grande quantité; celles-ci, très mobiles, ne présentaient pas de vésicules mésodermiques. Le même soir, à 7 heures, toutes les larves étaient mortes.

Les ovules du *Psam. microtuberculatus* soumis aux spermatozoïdes du Dorocidaris, n'ont présenté aucun phénomène de développement.

#### OBSERVATION V.

SPHÆRECHINUS GRANULARIS ♀.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♂.

Les essais d'hybridation que j'avais entrepris entre le Sphærechinus femelle et le Strongylocentrotus mâle au mois d'avril ne m'avaient généralement donné que des

résultats négatifs; c'est à peine si, dans une ou deux des expériences les plus heureuses, quelques larves étaient arrivées à l'état de blastula. M. Marion, dans ses expériences faites en 1873, à peu près à la même époque de l'année, n'avait pu obtenir des larves à une période de développement plus avancée. Cette difficulté dans la réussite des expériences tenait sans doute à l'état de maturité imparfaite des éléments femelles des *Sphœrechinus* à cette époque. En effet, au mois de mars ou d'avril, les glandes génitales du *Sphœrechinus*, qui du reste n'atteignent jamais une taille considérable à aucune époque de l'année, sont toujours fort peu développées, et souvent on est obligé d'ouvrir dix ou quinze échantillons pour en trouver un seul dont les glandes renferment quelques ovules parfaitement mûrs.

Je recommençai la même expérience au mois d'août, époque à laquelle je trouvai plusieurs échantillons dont les ovaires étaient plus développés et renfermaient presque tous des ovules arrivés à maturité. J'obtins alors, et dans toutes les expériences, des larves dont le développement s'opéra d'une façon complète.

Je rapporte ici une de ces expériences dans laquelle la fécondation fut opérée le 17 août, à 6 heures du soir.

18 Août, 9 h. matin. — Toutes les larves sont à l'état de blastula très jeunes; je ne rencontre plus une seule morula.

2 h. soir. — Les blastula se meuvent rapidement, et, chez un certain nombre d'entre elles, quelques vésicules mésodermiques se sont déjà développées et tombent dans la cavité centrale de la larve. Quelques larves assez rares présentent un commencement d'invagination gastrique, de nombreuses cellules mésodermiques et des spicules calcaires à trois branches.

6 h. soir. — Toutes les larves présentent une invagination gastrique assez profonde et des spicules calcaires à trois branches; il n'y a pas encore de dépôt de pigment rouge dans les cellules mésodermiques.

19 Août, 9 h. matin. — Je rencontre encore plusieurs gastrula dont la dépression gastrique est complète. Les autres larves sont des Pluteus à forme ramassée, à bras courts, mais cependant bien distincts, à squelette calcaire complètement développé. Les masses pigmentaires rouges sont assez nombreuses; les vésicules vaso-péritonéales se sont séparées de l'intestin.

6 h. soir. — Il n'y a plus de gastrula; la forme des Pluteus est peu modifiée.

20 Août, 9 h. matin. — Les bras des Pluteus se sont allongés, le tube digestif s'est complètement développé et présente ses trois régions distinctes.

21 Août, 9 h. matin. — Le bras impair s'est allongé; les Pluteus sont devenus un peu plus gros.

22 Août, 10 h. matin. — Les Pluteus ont continué à grandir; le bras impair s'est beaucoup développé et commence à s'échancrer.

24 Août, 10 h. matin.— La bifurcation du bras impair s'est achevée et les Pluteus, possédant dès lors quatre bras distincts, vivent encore pendant quelques jours, sans présenter de modifications importantes.

## OBSERVATION VI.

SPHÆRECHINUS GRANULARIS ♀.

PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS ♂.

Fécondation opérée le 13 avril, à 5 heures du soir.

14 Avril, 9 h. matin.— Un grand nombre d'ovules intacts dont la plupart montrent la vésicule et la tache germinative. Plusieurs morula ; quelques blastula fort jeunes.

7 h. 1/2 soir.— Les ovules fécondés sont tous devenus des blastula qui présentent quelques vésicules mésodermiques se détachant de leur pôle épaissi.

15 Avril, 8 h. matin.— Les cellules mésodermiques sont devenues plus nombreuses ; il n'existe pas encore de trace d'invagination gastrique. Un certain nombre de larves sont déjà mortes. Le 16 avril, au matin, il n'existe plus une seule larve.

Je rappelle que tous les Sphœrechinus femelles que j'ai ouverts au mois d'avril et qui m'ont servi dans cette expérience, ainsi que dans la suivante, avaient les glandes génitales fort peu développées : elles renfermaient à peine quelques ovules parvenus à maturité.

## OBSERVATION VII.

SPHÆRECHINUS GRANULARIS ♀.

SPATANGUS PURPUREUS ♂.

Fécondation opérée le 14 avril, à 4 heures du soir.

14 Avril, 7 h. 1/2 soir.— Aucune segmentation ne s'est encore effectuée.

15 Avril, 8 h. matin.— Beaucoup d'ovules intacts ; quelques-uns ont été fécondés et se montrent à différents états de développement. Je trouve quelques segmentations en 16 et plus ; plusieurs morula et quelques blastula ; enfin, quelques segmentations irrégulières ont donné des morula, dont les cellules d'un hémisphère sont plus grosses que celles de l'autre.

7 h. soir.— Les blastula sont un peu plus nombreuses que le matin ; mais elles sont très jeunes et ne présentent pas de vésicules mésodermiques.

16 Avril.— Toutes les larves sont mortes.

### OBSERVATION VIII.

PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS ♀.

SPHÆRECHINUS GRANULARIS ♂.

Fécondation opérée le 5 avril, à 6 heures du soir.

6 avril, 8 h. matin. — Un certain nombre d'ovules intacts; ceux qui ont été fécondés sont à l'état de morula, quelques-uns à l'état de blastula.

7 h. soir. — Les blastula présentent à leur pôle épaissi de nombreuses cellules mésodermiques; quelques-unes montrent déjà un commencement d'invagination gastrique.

7 Avril, 8 h. matin. — Il reste à peine quelques gastrula vivantes; l'invagination gastrique est devenue un peu plus profonde, mais la plupart des larves ne présentent pas encore de spicules calcaires.

### OBSERVATION IX.

PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS ♀.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♂.

Fécondation opérée le 25 mars, à 10 heures du matin.

25 Mars, 3 h. soir. — Tous les œufs sont régulièrement segmentés en 8 ou en 16. Je n'en trouve plus un seul divisé en 2 ou 4.

7 h. soir. — La segmentation est complètement terminée, tous les œufs sont devenus des morula.

26 Mars, 10 h. matin. — Les blastula très mobiles présentent à leur pôle fortement épaissi de nombreuses cellules mésodermiques.

5 h. soir. — Encore quelques blastula présentant des cellules mésodermiques plus nombreuses que le matin. La plupart des larves sont des gastrula avec invagination peu profonde, ne possédant encore ni spicules calcaires, ni granulations de pigment; les cellules mésodermiques ont rempli tout l'espace entre l'ectoderme et la dépression gastrique.

27 Mars, 9 h. matin. — Les gastrula sont complètement développées et la cavité gastrique atteint le pôle de la larve opposé au blastopore; les spicules calcaires se sont développés, mais il n'y a pas encore de dépôt de pigment dans les cellules mésodermiques. La plupart des gastrula présentent la dépression transversale qui séparera de l'intestin primitif les vésicules vaso-péritonéales.

7 h. soir. — Beaucoup de Pluteus très jeunes, à bras encore peu développés et très courts; les trois branches de chaque spicule se sont développées en petites

baguettes calcaires qui se prolongent d'une part dans les bras, d'autre part jusqu'au sommet du Pluteus, où elles n'existent pas encore. Le Pluteus n'est pas terminé en pointe à sa partie supérieure.

28 *Mars*, 8 *h. matin*. — Les Pluteus en forme de pyramide tronquée se sont peu modifiés dans leurs contours; les bras se sont allongés, le bras impair est devenu plus large. Les cellules à pigment rouge commencent à apparaître; les trois régions du tube digestif sont devenues distinctes, et les vésicules vaso-péritonéales complètement détachées apparaissent à côté du tube digestif.

2 *h. soir*. — Les Pluteus dont le sommet est terminé en pointe sont devenus un peu plus gros, et de petites branches secondaires commencent à apparaître sur les tiges principales.

29 *Mars*, 9 *h. matin*. — Les tiges calcaires secondaires sont devenues plus fortes; le bras impair est fortement échancré.

30 *Mars*, 8 *h. matin*. — La division du lobe impair est presque complètement terminée; les bras sont devenus plus longs.

1<sup>er</sup> *Avril*, 9 *h. matin*. — Tous les Pluteus présentent quatre bras d'égale dimension; à partir de ce moment, ils restent stationnaires et continuent à vivre jusqu'au 3 avril.

#### OBSERVATION X.

PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS ♀.

SPATANGUS PURPUREUS ♂.

Fécondation opérée le 14 avril, à 4 heures du soir.

14 *Avril*, 7 *h. soir*. — Les ovules ne sont pas segmentés.

15 *Avril*, 8 *h. matin*. — La plupart des œufs n'ont pas été fécondés; je trouve cependant quelques morula et de très rares blastula. Un certain nombre de morula sont monstrueuses.

7 *h. soir*. — Quelques blastula, un peu plus avancées que le matin, restent seules vivantes; elles présentent quelques cellules mésodermiques et un pôle légèrement épaissi.

16 *Avril*. — Toutes les larves sont mortes.

#### OBSERVATION XI.

SPATANGUS PURPUREUS ♀.

SPHÆRECHINUS GRANULARIS ♂.

Fécondation opérée le 11 avril, à 4 heures du soir.

11 *Avril*, 7 h. 1/2 *soir*. — Presque tous les œufs sont segmentés en 2 ou en 4 ; un certain nombre d'ovules, quoique mûrs, n'ont pas été fécondés.

12 *Avril*, 8 h. *matin*. — Les larves ont dépassé le stade morula et sont à l'état de blastula fort jeunes. Toujours un certain nombre d'ovules non segmentés. Quelques segmentations irrégulières en 5 ou plus sphères inégales.

7 h. *soir*. — Les blastula très mobiles possèdent quelques cellules mésodermiques.

13 *Avril*, 9 h. *matin*. — Encore plusieurs blastula présentant des cellules mésodermiques, plus nombreuses que la veille. Les autres larves sont des gastrula qui présentent un commencement d'invagination gastrique.

6 h. *soir*. — L'invagination gastrique s'est un peu accentuée, la plupart des larves présentent des spicules calcaires et de rares granulations de pigment rouge.

14 *Avril*, 8 h. *matin*. — Toutes les larves sont mortes.

## OBSERVATION XII.

SPATANGUS PURPUREUS ♀.

STRONGYLOCENTROTUS LIVIDUS ♂.

Fécondation opérée le 14 avril, à 4 h. *soir*.

14 *Avril*, 7 h. 1/2 *soir*. — La plupart des œufs sont segmentés régulièrement en 2 et 4 sphères.

15 *Avril*, 8 h. *matin*. — Encore quelques morula ; presque toutes les larves sont à l'état de blastula peu avancées.

7 h. *soir*. — Les blastula sont très nombreuses et très mobiles ; quelques-unes présentent un certain nombre de cellules mésodermiques.

16 *Avril*, 8 h. *matin*. — Je rencontre encore quelques blastula avec de nombreuses cellules mésodermiques ; un certain nombre de larves sont devenues des gastrula avec invagination gastrique très peu accentuée.

7 h. *soir*. — La dépression gastrique s'est un peu accentuée ; quelques cellules à pigment commencent à apparaître. Je rencontre encore plusieurs blastula.

17 *Avril*, 8 h. *matin*. — Les gastrula sont plus avancées que la veille ; la cavité gastrique a dépassé le centre de la larve ; le pigment rouge est devenu plus abondant, et des spicules calcaires se sont développés de chaque côté du blastopore ; il n'y a plus de blastula. Quelques gastrula sont plus avancées encore ; elles présentent une invagination gastrique très profonde et l'étranglement transversal qui doit séparer les vésicules vaso-péritonéales.

Les larves n'ont pas dépassé cet état de gastrula parfaite.

### OBSERVATION XIII.

SPATANGUS PURPUREUS ♀.

PSAMMECHINUS MICROTUBERCULATUS ♂.

Fécondation opérée le 25 mars, à 10 h. matin.

25 Mars, 2 h. soir. — La plupart des œufs sont régulièrement segmentés en 4, quelques-uns seulement en 2, d'autres moins nombreux en 8. Les œufs non segmentés montrent tous leur vésicule et leur tache germinative.

7 h. soir. — La segmentation est complètement terminée, et les œufs sont à l'état de morula.

26 Mars, 9 h. matin. — Toutes les morula sont devenues des blastula très mobiles, dont quelques-unes présentent plusieurs cellules mésodermiques se détachant de leur pôle épaissi.

5 h. soir. — Les larves sont à peu près au même état que le matin ; l'épaississement du pôle et la formation de cellules mésodermiques existent chez la plupart des blastula.

27 Mars, 9 h. matin. — Les cellules mésodermiques sont devenues plus nombreuses; on observe une très légère dépression gastrique.

4 h. soir. — Les gastrula ne sont pas plus avancées que le matin.

28 Mars, 8 h. matin. — Toujours des gastrula dont la dépression gastrique n'atteint pas encore le centre de la sphère. Toutes les larves possèdent des spicules calcaires à trois branches et quelques granulations de pigment rouge ; les cellules mésodermiques se sont multipliées.

7 h. 1/2 soir. — La cavité gastrique est devenue plus profonde et dépasse le centre de la larve. Les spicules calcaires sont plus développées et les branches médianes qui allaient à la rencontre l'une de l'autre se sont réunies, les cellules mésodermiques remplissent toute la cavité de la gastrula. Les cellules à pigment sont également plus nombreuses; toutefois la pigmentation est beaucoup moins abondante que dans les gastrula légitimes du Spatangue. Les gastrula commencent à se déformer.

29 Mars, 9 h. matin. — Les larves, toujours à l'état de gastrula, ressemblent à une pyramide irrégulière; quelques-unes d'entre elles présentent déjà les premiers rudiments des prolongements qui deviendront les bras, et les tiges calcaires des spicules s'allongent également. La dépression gastrique est très profonde et l'on y observe l'étranglement transversal qui séparera les vésicules vaso-péritonéales.

6 h. soir. — Peu de changements depuis le matin ; les rudiments des bras sont devenus un peu plus longs.

30 Mars, 10 h. matin. — La forme Pluteus s'est accentuée et les trois bras sont devenus distincts. Le squelette calcaire, à peu près complètement développé, prend cette apparence réticulée qu'on observe chez toutes les larves de Spatangues. Encore un certain nombre de gastrula.

1<sup>er</sup> Avril, 4 h. soir. — Il existe encore quelques rares gastrula. La forme des Pluteus s'est un peu modifiée. Le squelette calcaire a continué à se développer, les bras sont devenus plus longs; il reste cependant toujours relativement épais. Les vésicules vaso-péritonéales se sont détachées du tube digestif qui s'est complètement développé. A côté de ces formes ordinaires, j'ai trouvé, dans toutes les expériences, d'autres formes moins nombreuses dont l'aspect différait à certains égards des Pluteus ordinaires; ainsi, chez certains individus, les deux bras pairs étaient beaucoup plus longs que le lobe impair; d'autres présentaient dans leur squelette calcaire certaines irrégularités peu importantes à la vérité, mais cependant faciles à constater; certaines larves étaient ramassées et presque globuleuses.

A partir du 1<sup>er</sup> avril, les Pluteus sont stationnaires. Ils restent vivants et parfaitement mobiles jusqu'au 5 avril.

J'ai répété plusieurs fois la même expérience; dans la plupart des cas, j'ai obtenu des résultats analogues à ceux qui sont consignés dans cette observation. D'autres fois, les phénomènes de développement se sont arrêtés avant que les larves atteignent l'état de Pluteus: elles ne dépassaient pas le stade gastrula.

Quoi qu'il en soit, les Pluteus obtenus dans ces expériences ne sont jamais identiques aux larves obtenues par fécondation directe, qui prennent de suite une forme caractéristique due à l'allongement extrême des bras et à la formation d'une longue tige qui part du sommet du Pluteus. Les Pluteus obtenus par hybridation restent toujours plus petits et plus ramassés, leurs bras sont plus courts, quelquefois inégaux et la pigmentation est toujours plus tardive et moins abondante que chez les Pluteus légitimes.

---

## INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.

- A. AGASSIZ. List of Echinoderms. — Bull. Mus. Comp. Zoology Harward college. Cambridge, Mass., vol. I, n. 2, 1863.
- Synopsis Nord-Pacific... Echinoids. — Procéd. Acad. n. sc. Philadelphie, 1863.
  - On the embryology of Echinoderms. — Mem. amer. Acad., IX, p. 30, 1864.
  - Preliminary report on the Echini and starfishes dredged in deep water beetwen Cuba and the Florida. — Bull. mus. Comp. zoology. Harward college, I, n. 9, 1869.
  - Appendix to above. Ibid., III, 1872.
  - Revision of the Echini. Ib., vol. VII, 1872-1874.
  - Zoological results of the Hasler expedition. Ibid., VIII, 1874.
  - Reports on the dredging operations of the U.-S. coast survey st. *Blake*. — Echini. Ibid., vol. V. 1878.
  - Note on some points in the history of the synonymy of Echini. Proc. zool. soc. London, I, 1880.
  - Report of the Echinoidea in : Report of the scientific results of the exploring voyage of H.M.S. Challenger. — Zoology, vol. III. 1881.
- L. AGASSIZ. Prodrôme d'une monographie de Radiaires ou Echinodermes. — Mémoires de la Société des sciences de Neufchâtel. 1835.
- Observations of the growth and bilateral symetry of Echinodermata. — Philosoph. mag. 1835.
  - Anatomie du genre Echinus (Valentin). — Neufchâtel. 1841.
  - & DESOR. Catalogue raisonné des familles, genres et espèces d'Echinodermes. — Ann. des Sc. nat., Zoologie. 1846 et 1847.
- ANKUM. Generatie-organen by Echinus. — Tijd. Nederl. Dierk. Verein. 1874.
- ARADAS. Echinidi viventi e fossili di Sicilia. — Atti dell'Academia Gioenia di Sc. nat. di Catania. vol. VI et VII, 1850; vol. VIII, 1853; vol. X, 1854;
- AUSTIN. — Arrangement of the Echinodermata. — Ann. and magazine of nat. history. 1842.
- BARREL & M. ANDREY. Echinoderms dredged between Drontheim and North Cape. — Ann. and mag. of nat. history, XX, 1857.
- BAUDELLOT. Études générales sur le système nerveux. — Arch. zool. exper., T. I, 1872.
- BELL. Observations on the characters of the Echinoidea. — Proc. zool. soc., London, 1879.
- Note on the number of anal plates in Echinocidarid. — Ibid., 1880.
  - On the names to be applied to certain Echinoidea. — Ibid., 1880.
  - & JEFFREY. Observations on the characters of the Echinoidea. — Ibid., 1881.

- BLAINVILLE. Dictionnaire des Sciences naturelles. Art. Oursin.— T. XXXVII, 1825 ; Spatangue, T. L., 1827.
- Manuel d'Actinologie.— Paris, 1834.
- BOLAU. Die Spatangiden des Hamburger Museums.— Hambourg, 1873.
- BOLSCHE. Zusammenstellung der Diademiden.— Wieg. Archiv. für Naturgeschichte., T.I, 1864-1865.
- BRANDT, Prodromus descriptionis animalium ab mertensio in orbis terrarum circumnavigatione observatorum,— Petersburgs, 1835.
- BROOKS. Handbook of invertebrate zoology (cont. : Developpement of Arbacia).—Boston, 1882.
- BUTSCHLI. V. Mobius.
- BUSCH. Beobachtungen über Anatomie und Entwicklung einiger wirbellosen Seethiere.— Mit 17 Tafeln, Berlin, 1851.
- CAILLIAUD. Note sur les Oursins perforants.— Compte-rendu acad., Paris XXXIX, 1854.
- CARPENTER. Preliminary report of the dredging operations, Porcupine expedition.— Proc. roy. soc., London, 1870.
- On the reparation of the spines of Echinida.— Mem. micro. journ. may, 1870.
- On the oral and apical systems of the Echinoderms.—Quart. journ., mic. sc., vol. XVIII, 1878.
- Some disputed points in Echinoderms morphology.— Quart. j. mic. sc., vol. XX, 1880.
- CHIAJE (Delle). Memorie sulla storia e notomia degli animali senza vertebre del regno di Napoli. — 4 vol., Napoli, 1823, 1825, 1828, 1829.
- Descrizione e notomia degli animali invertebrati della Sicilia citeriore.— 5 vol., Napoli, 1841.
- CUVIER (Règne animal de).— Zoophytes.
- DANIELSSEN och KOREN. Fra : den norske Nohrdhavs expedition, 1876-1878.— Echinodermata, Christiania, 1880.
- DARESTE. Traduction et analyse des mémoires de Muller sur l'embryologie des Echinodermes.— Ann. sc. nat., Zool., 1852-1853.
- DERBÈS. Sur les phénomènes qui accompagnent la formation de l'œuf des oursins comestibles. — Ann. sc. nat., Zool., 1847.
- DICKIE. Echinus lividus.— Rep. brit. ass. A. sc., 1852.
- DONITZ. Über den typischen Bau der Echinodermen.— Arch. für anat. und physiol., 1866.
- DUBEN och KOREN. Ofversigt af skandnaviens Echinodermmer. — Kongl. vetenskaps. Akademiens handligar. Stockholm, 1846.
- DUFOSSÉ. Développment des Oursins.— Ann. sc. nat., 1847.
- DUJARDIN & HUPPÉ. Histoire naturelle des Zoophytes Echinodermes. — Paris, 1862.
- DUVERNOY. Mémoire sur quelques points de l'organisation des Echinodermes. — Mém. Acad. de Paris, 1849.
- Test des Oursins.— L'Institut, 1837.
- DUNCAN. On the Salenidæ. Ann. of nat. hist., 1878.
- EDWARDS (H. Milne). Sexe des Oursins.— Compte-rendu Ac. sc., Paris, 1840.
- Règne animal de Cuvier. Zoophytes.
- Leçons d'anatomie et de physiologie comparées.
- FÖETTINGER. Structure des pédicellaires gemmiformes du Sphœrechinus granularis et d'autres Echinides.— Arch. biol. T. II, 1881.
- FISCHER. Perforations de l'Echinus lividus.— Ann. hist. nat., 1864.

- FISCHER. Echinodermes des côtes de la Gironde et du sud-ouest de la France. — Annales Société linnéenne. Bordeaux, T. XXVII, 1869.
- FLEMING. A History of british animals. — Edinburg, 1828.
- On a new british species of Spatangus. — Mem. of the Wernerian soc. Edinburgh. 1824.
- FOL. Sur le commencement de l'Hénogénie. — Arch. zool. exper., T. VI, 1877., et Mém. Soc., Phys. et Nat. de Genève, 1878-1879.
- FORBES. A History of british starfishes and others animals of the class Echinodermata. — London, 1841.
- On the Echinidæ of the eastern Mediterranean. — Proceed. Linn. soc., London, vol. I, 1844.
- FRÉDÉRICQ. Contributions à l'étude des Echinides. — Arch. de Zool. expér. et gén., T. V, 1876.
- GAUTHIER. Sur les Echinides qui vivent aux environs de Marseille. — Comptes-rendus Acad. Sc. Paris, T. LXXIX, 1874.
- GEDDES. Observations sur le fluide périviscéral des Oursins. — Arch. zool. expér., T. VIII, 1878-1879.
- & BEDDARD. Sur l'histologie des pédicellaires et des muscles de l'Oursin. — Arch. zool. expér., T. X, 1882, n. 2. — Et : Transactions of the Roy. soc. of Edinburgh. 1880-1881.
- GIARD. Sur les premiers phénomènes de développement de l'Oursin. — Comptes-rendus LXXXIV.
- Fécondation des Echinodermes. — Ibid.
- GMELIN. Linnœi Systema Naturæ. — Editio XIII, Leipzig, 1788.
- GRABER. Beiträge zur Histologie der Stachelhäuter. — Jahresber. der kais. Staatsgymnasiums. Graz, 1872.
- GRÆFFE. Uebersicht der Seethierfauna des Golfes von Triest. 1. Die Echinodermen. Arb. Zool. Inst. Wien., T. III, 1881.
- GRAY. On the genera distinguishable in Echinus. — Proc. of the Zool. soc. of London, vol. III, 1835.
- Catalogue of recent Echinida; part I, Echinida irregularia. — London, 1855.
- GREEFF. Ueber den Bau der Echinodermen. Mitth. sitz. der Gesellsch. zur Beford. der ges. Naturw. zu Marburg. 1871-1872-1876-1879.
- Ueber Echiuren und Echinodermen. — Arch. für Naturg. 1880.
- GRUBE. Aktinien, Echinodermen und Würmer des Adriatischen und Mittelmeeres. — Königsberg, 1840.
- GIESBRECHT. Der feinere Bau der Seeigelzähne. Morph. Jahrb., Band. VI, heft. I.
- HÆCKEL. Die Cometenform der Seesterne und der Generationswechsel bei Echinodermen. — Zeit. f. wiss., Zool., 1878.
- HELLER. Untersuchungen über die Littoralfauna des adriatischen Meeres. — Sitz. der Math. Natur. Classe der K. Akad. der Vissensch. Wienn, 1868.
- HERCLOTS. Echinodermes peints d'après nature, publiés dans les cartons du Musée royal d'hist. nat. de Leyde. — Amsterdam, 1869.
- HERAPATH. On the Pedicellariæ of the Echinodermata. — Quart. journ. micr. sc., 1865.
- HERTWIG. Beiträge zur Kenntniss des thierischen Eies. — Morph. Jahresb. 1875.
- HESS. Sur les Oursins perforants. — Ann. Sc. nat., vol. VII.
- HOFFMANN. Zur Anatomie der Echinen und Spatangen. — Niederl. Arch. für Zool., Band I, 1871.
- HUPÉ. V. Dujardin.
- JEFFREYS. Spatangus meridionalis. — Ann. and Mag. of nat. hist., 4<sup>e</sup> série, vol. V, 1870.

- KLEIN. Naturalis dispositio Echinodermatum. Gedani 1734.  
— Ordre naturel des Oursins. Paris, 1754.
- KROHN. Ueber die Anordnung des Nervensystems der Echiniden u. Holothurien im Allgemeinen.  
— Arch. für Anat. und Phys., 1841.  
— Ueber die Larve von *Spatangus purpureus*. — Ibid., 1853.  
— Ueber die Larve des *Echinus brevispinosus*. — Ibid., 1853.
- KRUKENBERG. Beiträge zu einer Nervenphysiologie der Echinodermen. — Dessen vergl. physiol. Stud., R. 2, Abth. 1.
- LAMARCK. Histoire naturelle des animaux sans vertèbres. Paris, 1815-1822 et 1835-1845.
- LESKE. Addimenta ad Kleinii naturalem dispositionem Echinodermatum. Leipzig, 1778.
- LEYDIG. Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Arch. für Anat. und Physiol. 1854.
- LOVEN. Etudes sur les Echinoïdées. Kongl. Svenska Vet. Akad. Handlingar. Band. 11, n° 7, Stockholm, 1874.
- LUDWIG. Ueber die Eibildung in Thierreich. — Verh. Ges. Würzburg n° 7, 1874.  
— Ueber bewegliche Schalenplatten bei Echinoïdeen. — Zeitschr. für wiss. Zool., B. XXVIII, 1877.  
— Die Echinodermen des Mittelmeeres. Prodomus einer monographischen Bearbeitung derselben. — Mitth. aus der Zool. St. zu Neapel, 1879.  
— Morphologische Studien an Echinodermen. Leipzig, 1880.  
— Ueber *Asthenosoma* u. üb. neues Org. bei d. Cidariden. Zeitsch. f. w. Zool. 1880, vol. 34.
- LUTKEN. Om de Nordiske Echinodermers geographiske Udbredning. — Vid. Medd. fra den Nat. For. i Kjöbenhavn. 1857.  
— Bidrag til kundskab om Echiniderne. Ibid. 1864.
- MACKINTOSH. Research on the structure of spines of the Diadematida. Trans. R. Irish. Acad., XXV, 1875.  
— Report on the Acanthology of the Desmoticha. — Trans. Roy. Irish Acad. Dublin, Oct. 1878, vol. XXVI.
- MARION. Reproductions hybrides d'Echinodermes. — Compt. Rend. Ac. Sc. Paris, avril 1873.  
— Dragages au large de Marseille. — Ann. Sc. nat., 6<sup>e</sup> série, Zool., Tome VIII, 1879.
- MARTENS. Ueber ostasiatische Echinodermen. — Arch. für. Naturg. 1866.
- MEISSNER. Ueber die Befruchtung des Eies von *Echinus esculentus*. — Verh. nat. Gessel. — Basel, 1854.
- MEYER. Ueber die Lanterne des Aristoteles. — Archiv für. Anat. und Physiol. — 1849.
- METSCHNIKOFF. Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen. — Mém. Acad. imp. Sc. Pétersbourg, 1869.
- MOBIUS. Die auf der Fahrt nach Arendal gefangenen Echinodermen. — Jahresber. der Commis. zu wis. Unters. der deutschen Meere in Kiel für 1871. Berlin, 1873.  
— & BUTSCHLI. Echinodermata. In Jahr. des Comm. . . . . Kiel für 1872, 1873. Berlin, 1875.
- MONTAGU. Description of several marine animals of Devonshire. — Trans. Lin. soc. London. Vol. VII, IX et XI. 1804, 1808, 1815.
- MULLER J. Ueber die Larven und die Metamorphose der Echinodermen. — Abhandl. der kais. Akad. der Wiss. Berlin aus d. Jahre 1846, 1848, 1849, 1850, 1851, 1852 et 1854.  
— Anatomische Studien über die Echinodermen. — Arch. für Anat. und Physiol. 1850.  
— Ueber die Semitæ der Spatangoiden. Ibid. 1853.  
— Ueber den Bau der Echinodermen. — Abhandl. der Akad. der Wiss. zu Berlin aus dem Jahre 1853.

- MULLER O. Zoologia Danicæ prodromus. — Hafniæ, 1776.
- NOLL. Einige Betrachtungen in Seewasser. — Zimmeraquarium. — Zool. Anz., n° 34.
- PEREZ. Sur la fécondation de l'œuf chez l'Oursin. — Acad. Sc. Paris. Comptes-rendus, tome LXXXIV.
- PERRIER. Recherches sur les pédicellaires et les ambulacres des Astéries et des Oursins. — Ann. Sc. nat., Zool. 5<sup>e</sup> série, v. XII et XIII.
- Observations sur les relations qui existent entre les dispositions des pores ambulacraires à l'extérieur et à l'intérieur du test des Echinides réguliers. — Nouv. Arch. du Muséum d'hist. nat. de Paris, tome V, 1869.
- Recherches sur l'appareil circulatoire des Oursins. — Arch. de Zool., exp. et génér., t. V., 1875.
- Colonies animales. — Paris.
- PHILIPPI. Beschreibung zweier missgebildeter Seeigel, nebst Bemerkungen über die Echiniden überhaupt. Arch. für Naturg., 1837.
- POURTALES. Contributions to the Fauna of the Gulf-Stream at great depths. — Bull. of Mus. of comp. zool., Harvard College, n° 6 et 7, 1868.
- RATHKE. Geschlechtsverhältniss bei Seeigel und Seesterne. — For. notiz, 1840.
- RATHBURN. A list of the Brazilian Echinoderms, with notes on their distribution. — Trans. Connecticut Acad., vol. 5, 1881.
- ROBERTSON. Note on the Amphidetus cordatus. — Quart. Journ. of micr. sc., 1871.
- ROMANES & EWART. Observations of the locomotor system of Echinodermata. — Proc. Roy. soc. London, 1881.
- RONDELET. Libri de piscibus marinis. Lyon, 1554.
- SARS. Bidrag til kundskaben om Middelhavets Littoral-fauna, Reisebmaerkninger fra Italien. — Nyt. magaz. fo. Naturv., Christiania, 1857.
- Oversigt af Norges Echinoderm. — Christiania, 1851.
- SAY. Species of genus Echinus. — J. A. N. S. Philadelphie, 1827.
- SELENKA. Beobachtung über die Befruchtung und Theilung des Eies von Toxopneustes variegatus. Stiz. phys. — med. Soc. Erlangen, 1878.
- SEMPER. Ueber eine tropische Larvenform. — Zeits. für wiss. Zool., XVII, 1867.
- Keimblätter und Organanlage bei Echiniden. — Ibid., 1879, et Zeits. für wiss. Zool., vol. XXXIII, 1879.
- SERRES. Action perforante de l'Echinus lividus. — Comptes-rendus, Paris, 1857.
- Notes sur l'Echinus lividus. — Bull. Soc. zool. France, 1857.
- SLADEN. On the Asterida and Echinoidea of the Korean Sea. — Journ. Linn. soc., 1879.
- On a remarkable form of Pedicellariæ and the fonctions performed thereby. — Ann. and Magaz. of Nat. Hist., vol. VII, 1880.
- SMITH. Description of new species of Spatangida. — Ann. and magaz. Nat. hist., vol. I, 1878.
- STEWART. On the spicula of the regular Echinoidea. — Trans. linn. soc. London, vol. XXV.
- On the minute structure of Cidaris. — Quart. Journ. micro. sc., 1872.
- On certain organs of Cidarida. — Trans. linn. soc., London, 1877.
- STOSSICH. Breve sunto sulle produzioni marine del golfo di Trieste. — Bolletino della soc. Adriat., Sc. nat. in Trieste, 1876.
- STUART. Die Gewebe der Echinodermen. — Zeits. wiss. Zool., 1865.
- STUDER. Uebersicht über die während der Reise. S. M. S. Corvette Gazelle um die Erde, 1874-1876, gesammelten Echinoïden. Monastb. Berlin Acad. Oct., 1880.

- TEUSCHER. Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. — Jena'sche Zeits., Band X, 1876.
- THOMPSON W. Report on some Invertebrata new to the Irish Fauna. — Ann. nat. hist., 1840.
- Embryology of Echinodermata. — Nat. hist. rev., 1864.
- THOMSON W. On the Echinoïda of the Porcupine Deep-sea Dredging Expeditions. — Trans. Roy. soc., London, 1874.
- TIEDEMANN. Anatomie der Röhren-Holothurie, des pommeranz farbnen See-sterns und des Steinseeigels. — Landshut, 1816.
- TROSCHEL. Ueber die Pedicellarien der Echinodermen. Verh. Ver. Rheinl., 1876.
- Die Familie der Echinocidariden. — Arch. für Naturg., 1872.
- VALENCIENNES. Oursins perforants. — Comptes-rendus, Paris, 1855.
- VALENTIN. Anatomie du genre Echinus. — Neuchâtel, 1841.
- VERRILL. On the Polyps and Echinoderms of New-England, with descriptions of new species. — Proc. Boston soc. nat. hist., 1866.
- Notes on the Radiata in the Museum of Yale College. — Trans. Connect. Acad. of Arts and Sc., vol. I, 1867.
- Notice of the Corals and Echinoderms collected by G. F. Hartt at the Abrolhos Reefs, Province of Bahia, Brazil, in 1867. — Trans. Connect. Acad. of arts and sc.
- Generic relations and synonymy of sea-urchin of New-England. — Sill. Jour., 1870.
- Echinoderms and Corals from Gulf of Califa. — Ibid. 1870.
- VULPIAN. Leçons sur la physiologie comparée du système nerveux. — Paris 1866.
-

# EXPLICATION DES PLANCHES.

## PLANCHE I.

FIG. 1. Spatangue ouvert par la face ventrale. L'œsophage a été coupé au niveau de la bouche et la plaque de soutien détachée de la face interne du test. Tube digestif et système circulatoire. Grandeur naturelle.

*OE.* Œsophage.

*CI.* Courbure intestinale inférieure.

*CS.* Courbure intestinale supérieure.

*R.* Rectum.

*S.* Siphon, *SO* et *S'O'* ses deux orifices dans le tube digestif.

*MV.* Grande lamelle mésentérique ventrale s'insérant d'une part à la plaque de soutien *P*, et d'autre part à toute la longueur du bord interne de la courbure inférieure.

*mv.* Petite lamelle mésentérique ventrale s'insérant sur le bord de l'œsophage.

*TM.* Tractus mésentériques allant du tube digestif à la face interne du test.

*VMI.* Vaisseau marginal interne ; *a*, point où il croise le siphon et donne naissance au vaisseau transversal d'où s'échappe la branche de communication *BC* ; *b*, son point de terminaison ; *c*, point où il passe sous la courbure inférieure pour se continuer le long du diverticulum.

*VME.* Vaisseau marginal externe ; *d*, point où il abandonne la courbure inférieure pour atteindre le diverticulum.

*V, V'.* Vaisseaux marginaux du commencement de la courbure inférieure ; *e*, point où le vaisseau *V* se forme aux dépens du réseau capillaire qui entoure l'orifice du diverticulum.

*v.* Petite branche formée par les petits capillaires qui naissent du vaisseau externe *V*, et qui se continue le long du diverticulum entre le vaisseau marginal interne et le canal du sable.

*C.* Canal du sable.

FIG. 2. Spatangue ouvert par la face dorsale ; les deux petites plaques *PS* qui recouvrent le canal madréporique ont été détachées du test, et les deux feuillets mésentériques dorsaux *MD* et *md* ont été coupés.

*D.* Diverticulum.

*MD.* Grande lamelle mésentérique dorsale qui s'étend du diverticulum à la courbure supérieure et s'insère à l'appareil de soutien *PS* ; elle envoie un feuillet *M'D'* qui court le long du rectum et le fixe à la face interne du test.

*md.* Petite lamelle mésentérique dorsale.

*C.* Canal du sable.

*CM.* Canal du sable à sa sortie de l'organe d'excrétion ou canal madréporique.

*Oe.* Organe d'excrétion ou glande madréporique.

Les autres lettres comme dans la figure 1.

FIG. 3. Spatangue ouvert par la face dorsale; le diverticulum a été rabattu en dehors; la courbure supérieure et le rectum ont été enlevés.

*A.* Branche transversale parallèle au siphon qui naît du vaisseau marginal interne et qui s'éteint après avoir donné la branche de communication.

Les autres lettres comme dans les figures précédentes.

FIG. 4. Anneaux vasculaires et nerveux péri-buccaux. L'œsophage, dont les bords sont indiqués par une ligne ponctuée, a été enlevé ainsi que le bord postérieur de la lèvre supérieure. Grandeur naturelle.

*LS.* Lèvre supérieure.

*C* et *c'*, les deux canaux qui constituent le canal du sable au niveau de l'œsophage.

*BC.* Branche de communication.

*AI.* Anneau vasculaire interne; *AE.* Anneau vasculaire externe.

*AN.* Anneau nerveux.

*VE.* Vésicules ambulacraires.

*VA.* Vaisseaux ambulacraires; *va*, branches qu'ils envoient aux vésicules ambulacraires.

*P.* Plaque de soutien.

FIG. 5. Œsophage et commencement de la courbure inférieure. L'œsophage et la zone péristomienne ont été retournés et renversés en dehors pour montrer l'insertion de la lamelle mésentérique *MV*, la lèvre supérieure *LS*, et les petites bandes transversales claires, *b, b, b*, qui indiquent le trajet des vaisseaux en cette région. *Spat. purpureus*. Grandeur naturelle.

*T.* Faisceau de fibres conjonctives étendues de l'appareil de soutien au siphon.

Les autres lettres comme dans les figures précédentes.

## PLANCHE II.

FIG. 6. Extrémité postérieure du diverticulum avec l'organe d'excrétion *Oe*, injecté par le canal du sable *C*. *Spatangus purpureus*.

*Ca.* Petits capillaires à la surface de l'organe d'excrétion.

*Vc.* Canaux superficiels qui s'échappent de l'organe d'excrétion et forment un réseau à mailles irrégulières sur la lame conjonctive qui recouvre l'appareil de soutien; *CG*, conduits des glandes génitales sur lesquels se perd cette lame.

FIG. 7. Œsophage et première portion de la courbure inférieure fendue sur toute sa longueur et étalée pour montrer le réseau vasculaire entourant l'orifice du diverticulum *OD*; les deux vaisseaux marginaux *VMI* et *VME*, et les deux vaisseaux *V* et *V'* qui naissent de ce réseau et accompagnent la courbure inférieure jusqu'au premier orifice du siphon. *Spatangus purpureus*. Grandeur naturelle.

*t.* Anastomoses transversales unissant ces deux vaisseaux.

*s'o'*. Premier orifice du siphon dans le tube digestif; *M*, rangée de petits tubercules qui suivent cet orifice.

FIG. 8. Schéma de l'appareil circulatoire du Spatangue.

Mêmes lettres que dans les figures précédentes.

FIG. 9. Coupe transversale de la glande madréporique du Spatangue injecté par le canal du sable. Injection au bleu de Prusse; durcissement par l'alcool absolu. Grossissement 35/1. *v* représente la coupe du vaisseau *v* de la fig. 8.

FIG. 10. *Brissus unicolor* ouvert par la face dorsale. L'œsophage est coupé au niveau de la bouche. Tube digestif et système circulatoire. Grandeur naturelle.

SA. Siphon accessoire; *g* et *h* ses deux orifices dans la courbure intérieure.

BC et B'C'. Les deux portions de la branche de communication.

PM. Pli formé par la grande lamelle mésentérique ventrale.

Les autres lettres comme dans la figure 1.

FIG. 11. *Brissopsis lyrifera* ouverte par la face ventrale; tube digestif et système circulatoire. Grandeur naturelle.

DS. Dilatation en forme de poche que présente le siphon à son origine.

Mêmes lettres que dans les figures précédentes.

FIG. 12. *Schizaster canaliferus*. Région dorsale du test, face interne, grossie deux fois.

GG. Glandes génitales.

AR, AL, AP. Zones ambulacraires antérieures, latérales et postérieures.

### PLANCHE III.

FIG. 13. *Sphærechinus granularis*. Face ventrale du test et appareil masticateur; la face dorsale a été enlevée, sauf l'extrémité apicale qui a été rabattue en dehors pour montrer les rapports des principaux vaisseaux. Grossissement : 2/1.

AS. Anneau périœsophagien supérieur ou interne.

AI. Anneau inférieur ou externe.

VP. Vésicules de Poli.

C. Canal du sable.

CG. Canal glandulaire parallèle au précédent qui se continue avec la glande ovoïde.

Oe. Organe d'excrétion ou glande ovoïde; sa surface est couverte de ramifications vasculaires.

Pm. Plaque madréporique.

Re. Rebord saillant qui entoure sur la face interne du test la zone abactinale.

VMI. Vaisseau marginal interne.

Vs. Vaisseaux ambulacraires superficiels ou internes.

Vp. Vaisseaux ambulacraires profonds ou externes.

FIG. 14. *Schizaster canaliferus*, ouvert par la face ventrale. Tube digestif et appareil circulatoire. Grossi environ 4 fois.

Lettres comme pour la figure 10.

FIG. 15. *Echinocardium flavescens*, ouvert par la face ventrale. Tube digestif et appareil circulatoire. Grossi environ 6 fois.

Lettres comme pour la figure précédente.

FIG. 16. *Dorocidaris papillata*. Face ventrale du test et appareil masticateur. Grandeur naturelle.

VP. Vésicules de Poli.

MI. Membrane épaisse qui recouvre la lanterne.

Ap. Ses appendices particuliers.

OE. Œsophage, et C, Canal du sable, coupés.

FIG. 17. *Dorocidaris papillata*, ouvert par la face ventrale. Deux glandes génitales ont été légèrement rejetées en dehors. Grandeur naturelle.

OE. Œsophage.

CI. Courbure intestinale inférieure.

CS. Courbure supérieure.

S. Siphon intestinal.

C. Canal du sable.

GG. Glandes génitales.

lm. Lamelle mésentérique qui accompagne la courbure inférieure.

lm'. Lamelle mésentérique qui accompagne la courbure supérieure.

FIG. 18. *Sphaerechinus granularis*. Glande ovoïde. Le canal du sable a été enlevé, et les deux bords de son sillon légèrement entr'ouverts pour montrer le canal excréteur *E* et ses branches afférentes *e, e*. Grossissement 100/1.

FIG. 19. *Spatangus purpureus*. Glande madréporique disséquée pour montrer le canal madréporique; les deux petites plaques qui recouvrent celui-ci au niveau de la plaque madréporique ont été détachées et rejetées en dehors. Grossissement 10/1.

Oe. Tissu spongieux de l'organe d'excrétion.

CM. Canal madréporique; *r*, ses branches afférentes.

PS. Plaques calcaires qui recouvrent l'extrémité du canal madréporique.

ts. Tissu spongieux qui comble l'espace entre le canal madréporique et les deux petites plaques calcaires.

FIG. 20. *Echinocardium flavescens*. Dernière portion du tube digestif.

Cs. Courbure supérieure.

R, Rectum, et *d* son diverticulum particulier.

Zp. Périprocte; *an*, anus.

## PLANCHE IV.

FIG. 21-23. Coupes du tube digestif, *Sp. purpureus*. Grossissement 350/1.

FIG. 21. Coupe longitudinale de la région glandulaire comprise entre l'extrémité de l'œsophage et le premier orifice du siphon.

FIG. 22. Coupe transversale de la courbure inférieure, face ventrale.

FIG. 23. Coupe transversale de la courbure inférieure, face dorsale.

*E*. Epithélium interne.

*El*. Membrane élastique.

*TC*. Couche conjonctive interne à fibres irrégulièrement entrecroisées, renfermant de nombreuses granulations *G*.

*ML* et *MT*. Muscles longitudinaux et muscles transversaux.

*Ce*. Couche conjonctive externe.

*Ee*. Epithélium externe.

*F*. Couche de fibres conjonctives fines et serrées apparaissant ordinairement sur les coupes sous forme d'une bande réfringente.

*Gm*. Glandes à mucus de l'épithélium.

*Gl*. Glandes en poire de l'intestin; *S*, sécrétion coagulée dans la cavité de la glande et dans son canal excréteur.

*LV*. Coupes de capillaires de l'intestin remplis de sang coagulé.

FIG. 24. Coupe transversale du diverticulum et du canal du sable, *Sp. purpureus*. Grossissement 40/1.

*C*. Canal du sable divisé en plusieurs cavités secondaires.

*D*. Paroi du diverticulum; *LV*, coupes des capillaires qui s'y ramifient.

*VMI*. Vaisseau marginal interne.

*V*. Petit vaisseau qui court le long du diverticulum entre le canal du sable et le vaisseau marginal interne.

*MD*. Grande lamelle mésentérique dorsale.

FIG. 25. Fibres musculaires de l'intestin dissociées, *Sp. purpureus*. Grossissement 570/1. *n*, noyaux de ces fibres.

- FIG. 26. Cellules épithéliales dissociées de la courbure intestinale inférieure, face dorsale.  
*Spatangus purpureus*. Grossissement 550/1.  
FIG. 27. Tissu gélatineux du siphon. *Sp. purpureus*. Grossissement 300/1.  
*Cc.* Cellules de tissu conjonctif à prolongements ramifiés et anastomosés.

## PLANCHE V.

- FIG. 28. Coupe de la glande madréporique, région périphérique, *Sp. purpureus*. Grossissement 120/1.  
*Ee.* Epithélium externe.  
*TC.* Tissu conjonctif formant l'enveloppe de l'organe.  
*FC.* Trabécules de tissu conjonctif limitant des alvéoles irrégulières remplies de cellules à protoplasma présentant des prolongements, *Cr*, et de granulations, *G*, de pigment rouge ou jaune.  
FIG. 29. Coupe de la glande madréporique, région centrale, *Sp. purpureus*. Grossissement 160/1. Mêmes lettres que dans la fig. précédente.  
FIG. 30. Coupe transversale des canaux compris entre la glande madréporique et la plaque madréporique, *Sp. purpureus*. Grossissement 85/1.  
*CM.* Canal madréporique (v. fig. 19, *CM*).  
*CV.* Canal superficiel allant de l'organe d'excrétion à la lamelle de tissu conjonctif recouvrant les deux petites plaques qui protègent l'extrémité du canal *CM* (v. fig. 6).  
*Oe.* Coupe de la dernière portion de l'organe d'excrétion.  
*LC.* Lamelle de tissu conjonctif recouvrant le canal *CM* qui appartient à la grande lamelle mésentérique dorsale et se continue sur l'appareil de soutien annexé au pôle apical.  
FIG. 31. Vésicules de Poli ; lambeau obtenu par dissociation. *Sphærechinus granularis*. Grossissement 230/1.  
*FC.* Faisceau de tissu conjonctif qui limite les alvéoles remplies de cellules à, pourvu de prolongements *C* et de granulations de pigment *G*.  
FIG. 32. Coupe longitudinale d'un tube ambulacraire péristomien. *Spatangus purpureus*. Grossissement 440/1.  
*E.* Cellules épithéliales externes.  
*Cb.* Cellules basales.  
*CT.* Couche conjonctive à fibres transversales.  
*CL.* Couche conjonctive à fibres longitudinales.  
*G.* Granulations du tissu conjonctif.  
*Ml.* Muscles longitudinaux.  
*Ee.* Epithélium externe.  
FIG. 33. Coupe d'un renflement terminal appartenant aux houppes des tentacules péristomiens. *Sp. purpureus*. Grossissement 370/1.  
*CC.* Cavité centrale.  
*TC.* Couche de tissu conjonctif tapissé intérieurement de petites cellules dont on n'aperçoit que les noyaux.  
*n.* Noyaux des cellules épithéliales.  
FIG. 34. Coupe transversale des deux vaisseaux qui constituent le canal du sable au niveau de l'œsophage. *Sp. purpureus*. Grossissement 105/1.  
*C.* Canal le plus voisin de l'œsophage, tapissé de petites cellules endothéliales ordinaires.  
*C'*. Canal parallèle au précédent, tapissé par de nombreuses cellules à noyau très granuleux et par des granulations de pigment.

*lm.* Lamelle réunissant le canal *C* à l'œsophage.

FIG. 35. Coupe transversale des vaisseaux et du nerf ambulacraires. *Sp. purpureus*. Grossissement 120/1.

*Vs.* Vaisseau ambulacraire superficiel ou interne.

*Vp.* Vaisseau ambulacraire profond ou externe.

*Cg.* Espace périnervien dépendant de la cavité générale.

*N.* Nerf ambulacraire : *l*, un de ses rameaux latéraux.

*RC.* Réseau calcaire du test.

FIG. 36. Vaisseaux et vésicules ambulacraires d'un Oursin régulier. *Echinus acutus*. Grossissement 4 fois.

*Vs.* Vaisseau ambulacraire superficiel ; *vs*, vaisseaux qu'il envoie aux vésicules.

*Vp.* Vaisseau profond ; *vp*, ses branches latérales.

*Ve.* Vésicules ambulacraires.

## PLANCHE VI.

FIG. 37. Coupe transversale du tube digestif vers le milieu de la courbure inférieure. *Strongylocentrotus lividus*. Grossissement 490/1.

*E.* Couche épithéliale interne offrant des cellules larges et très granuleuses dans la moitié interne de la couche, minces et dépourvues de granulations dans la moitié externe, renfermant de nombreux noyaux.

*TC.* Couche conjonctive interne très mince, renfermant de nombreux îlots de sang coagulé.

*M.* Fibres musculaires.

*Ec.* Couche épithéliale externe.

FIG. 38. Coupe de la paroi du diverticulum à laquelle est restée adhérente une certaine quantité du liquide qu'il sécrète, coagulé par les réactifs. On voit les cellules épithéliales, distinctes à la base de la couche, se continuer insensiblement avec un tissu réticulé renfermant quelques noyaux, des débris de membranes et quelques masses de protoplasma : c'est l'aspect sous lequel se présente le plus ordinairement la sécrétion du diverticulum. *Sp. purpureus*. Grossissement 245/1.

Mêmes lettres que dans les figures précédentes.

FIG. 39. Vésicule ambulacraire péristomienne vue par sa face interne. *Sp. purpureus*. Grossissement 390/1.

*M.* Fibres musculaires dont l'ensemble forme des lignes onduleuses.

*N.* Noyaux appartenant aux cellules épithéliales internes dont les contours n'étaient pas visibles sur la préparation.

FIG. 40. Coupe du canal du sable et du canal glandulaire. *Sph. granularis*. Grossissement 130/1.

*Cs.* Canal du sable.

*CG.* Canal glandulaire dont la face interne envoie dans l'intérieur de nombreuses travées conjonctives *Tc*, dont quelques-unes forment un réticulum très fin supportant des cellules à protoplasma ramifié.

*L.* Intervalle qui sépare les deux canaux sur la plus grande partie de leur longueur.

FIG. 41. Coupe transversale de la glande ovoïde. *Sph. granularis*. Grossissement 380/1.

*TC.* Trabécules conjonctives limitant des alvéoles dont les unes renferment des granulations de pigment *G*, les autres des cellules à protoplasma ramifié *Cr* ; vers la partie gauche de la coupe, correspondant à la partie centrale de la glande, les trabécules deviennent plus fines et irrégulières.

FIG. 42. Coupe du canal madréporique plus grossi que dans la fig. 30. *Sp. purpureus*. Grossissement 185/1.

*TC.* Trabécules de tissu conjonctif qui divisent sa cavité en loges nombreuses renfermant des cellules *Cr* analogues à celles de l'organe d'excrétion, et remplies pour la plupart par une masse très finement granuleuse qui n'est autre chose que le liquide excrété coagulé par les réactifs.

- FIG. 43. Coupe transversale d'une glande génitale femelle. *Sp. purpureus*. Grossissement 350/1.  
*Ee.* Epithélium externe.  
*Ct.* Couche conjonctive à fibres transversales; *Cl*, couche à fibres longitudinales.  
*Mt.* Muscles circulaires.  
*Eé.* Cellules épithéliales internes très granuleuses qui peu à peu deviennent de très gros ovules.
- FIG. 44. Coupe transversale du vaisseau marginal interne, dans sa portion recourbée et libre, avec la lamelle mésentérique adjacente. *Sp. purpureus*. Grossissement 300/1.  
*MT.* Muscles circulaires.  
*TC.* Couche conjonctive du vaisseau qui se continue avec la couche de même nature appartenant à la lamelle mésentérique.  
*ML.* Muscles qui recouvrent les deux faces de cette lamelle et qui se continuent sur la face externe du vaisseau.  
*CS.* Corpuscules figurés du sang appliqués contre la face interne du vaisseau, et dont l'ensemble offre l'aspect d'une couche cellulaire.
- FIG. 45. Cellules nerveuses à un ou deux prolongements d'un nerf ambulacraire. *Sp. purpureus*. Grossissement 1200/1.
- FIG. 46. Développement des spermatozoïdes. *Sp. purpureus*. Grossissement 1000/1. *a-h* diverses phases de l'évolution des spermatozoïdes.
- FIG. 47. Cellules épithéliales dissociées de la ventouse d'un tentacule ambulacraire. *Strongylocentrotus lividus*. Grossissement 600/1.

## PLANCHE VII.

- FIG. 48. Coupe longitudinale d'un tentacule ambulacraire. *Strongyl. lividus*. Grossissement 220/1.  
*E.* Epithélium externe.  
*PN.* Plexus nerveux sous-jacent à l'épithélium de la ventouse.  
*n.* Noyaux des cellules épithéliales de la ventouse, réunis par groupes nombreux.  
*N.* Coupe du nerf tentaculaire.  
*Ct.* Couche de tissu conjonctif à fibres transversales.  
*Cl.* Couche de tissu conjonctif à fibres longitudinales.  
*Ce.* Couche élastique.  
*Ml.* Muscles longitudinaux.
- FIG. 49, 50 et 51. Trois pédicellaires du *Dorocidaris papillata*.
- FIG. 52. Valve d'un pédicellaire ophicéphale d'*Arbacia* vue par la face interne.
- FIG. 53 et 54. Deux pédicellaires du *Brissus unicolor*.
- FIG. 55 et 56. Deux pédicellaires du *Schizaster canaliferus*.
- FIG. 57. Petit pédicellaire d'*Echinocardium flavescens*.
- FIG. 58. Pédicellaire gemmiforme glandulaire d'*Echinus acutus*.  
*MA.* Muscles adducteurs des valves; *SG.* Sacs glandulaires.
- FIG. 59 et 60. Pédicellaire gemmiforme de la face dorsale d'*Echinocardium flavescens*.
-



# SECONDE THÈSE

---

## PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

---

ZOOLOGIE. — De la nature, du mode de production et du mode d'élimination des matières urinaires et des substances analogues, chez les Animaux Invertébrés.

BOTANIQUE. — 1<sup>o</sup> Ovule ; sa nature, son développement jusqu'à la fécondation, inclusivement ;

2<sup>o</sup> Caractères des familles comprises dans la classe des Rosinées de Brongniart.

GÉOLOGIE. — Du Terrain Pénéen en Europe.

*Vu et approuvé :*

Paris, le 12 décembre 1882.

LE DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES,  
MILNE EDWARDS.

*Permis d'imprimer :*

Paris, le 12 décembre 1882.

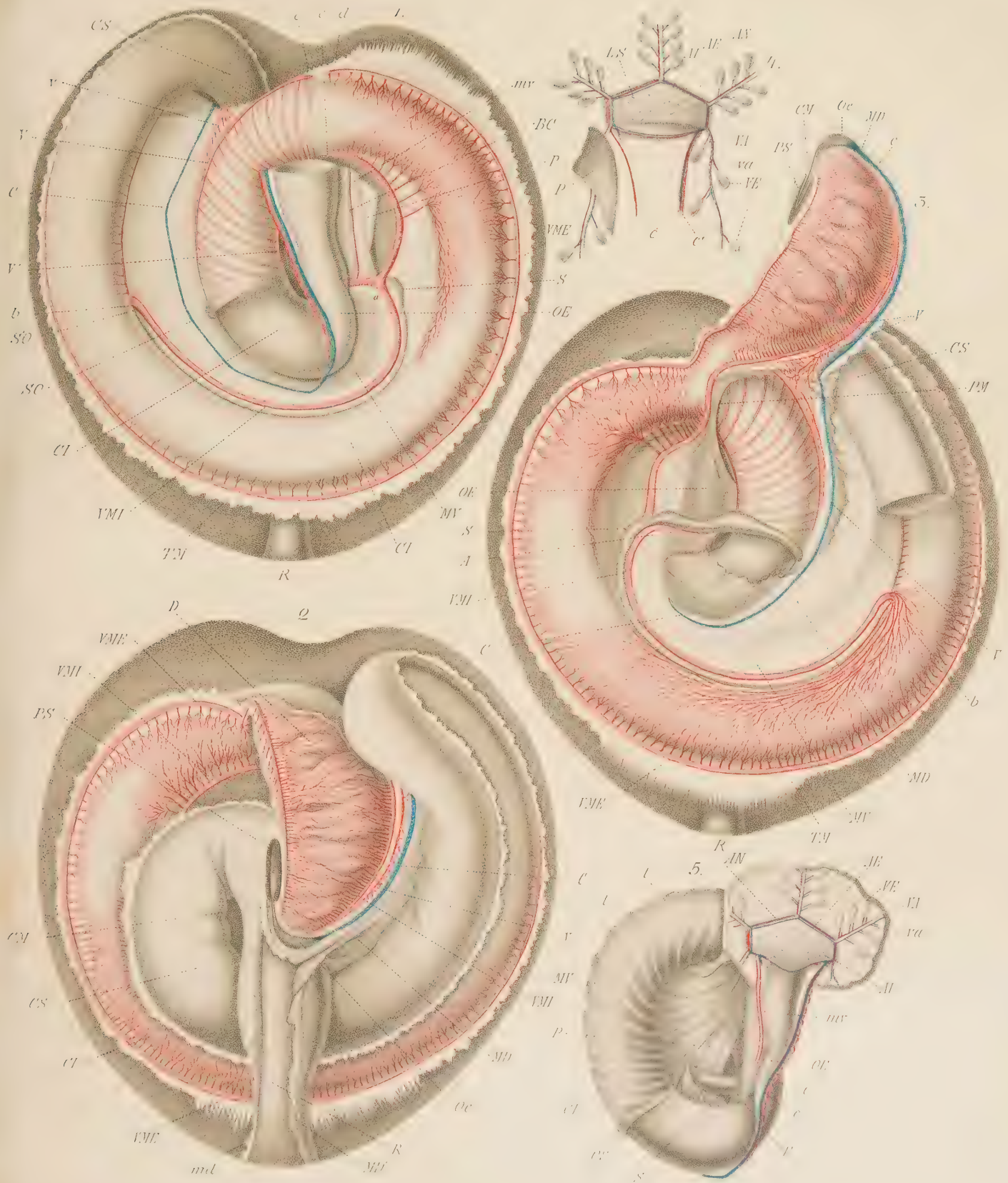
LE VICE-RECTEUR DE L'ACADÉMIE DE PARIS,  
GRÉARD.

---

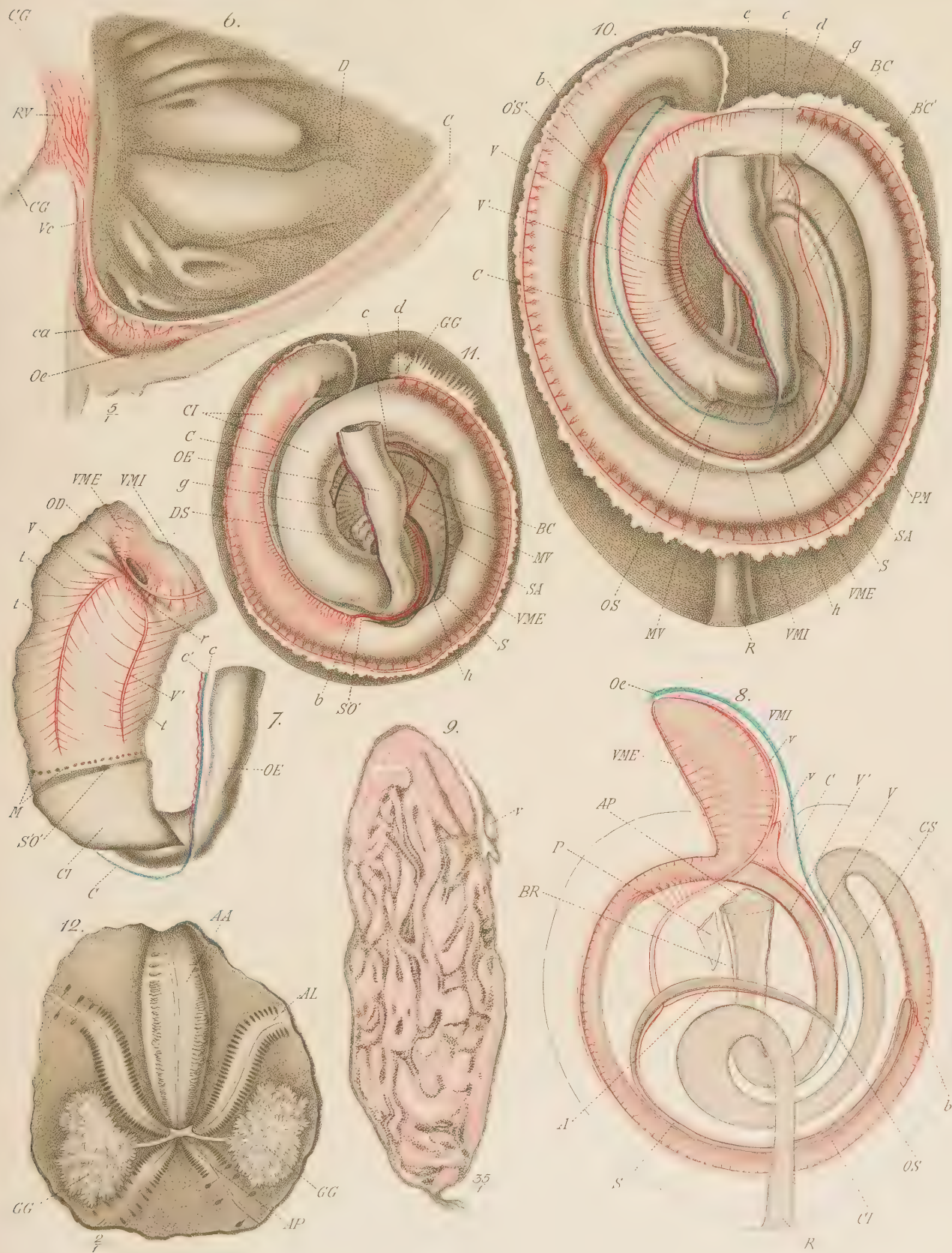




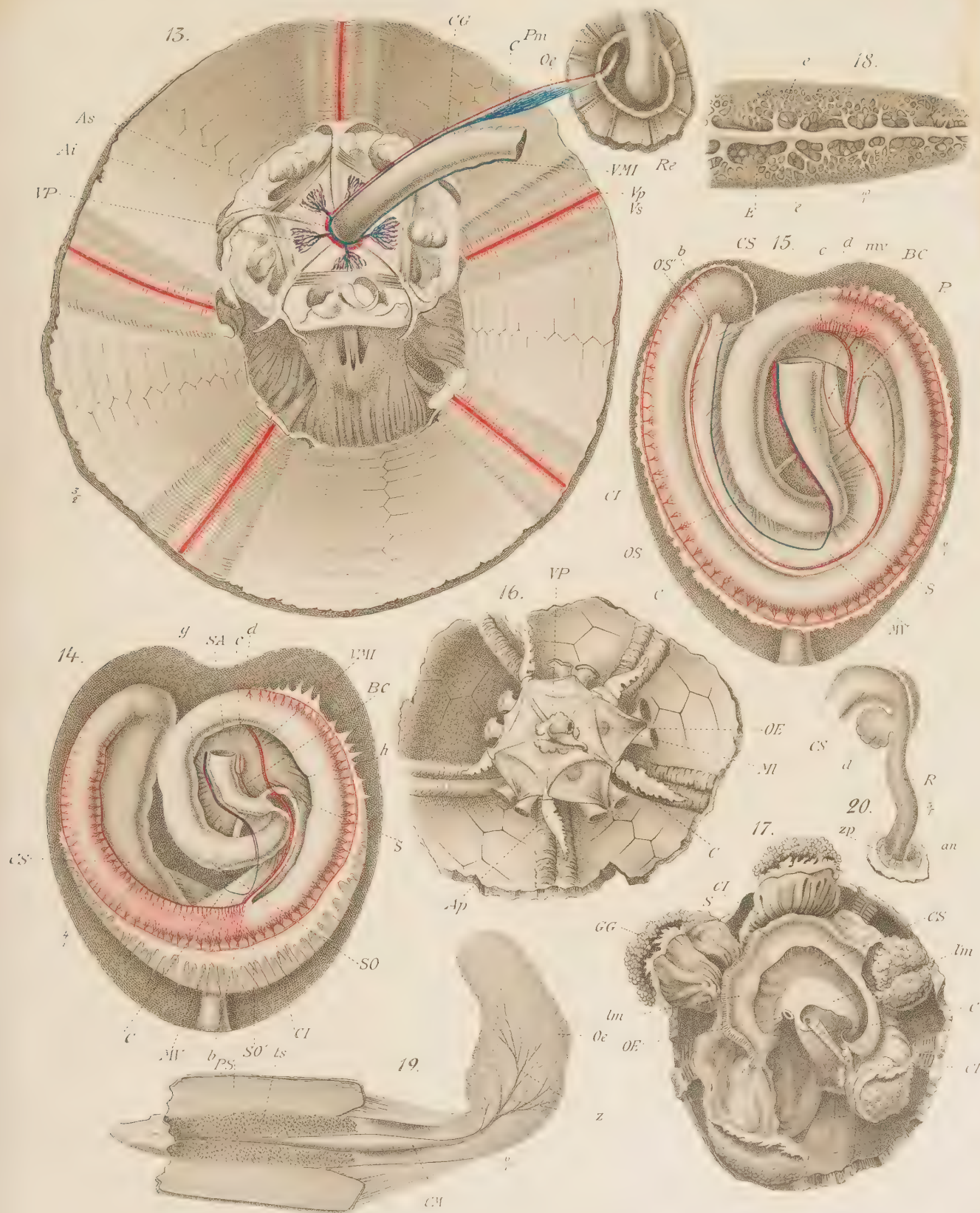










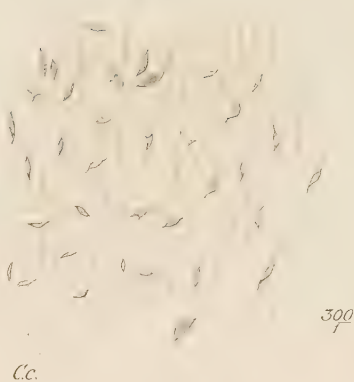




21. s



27.



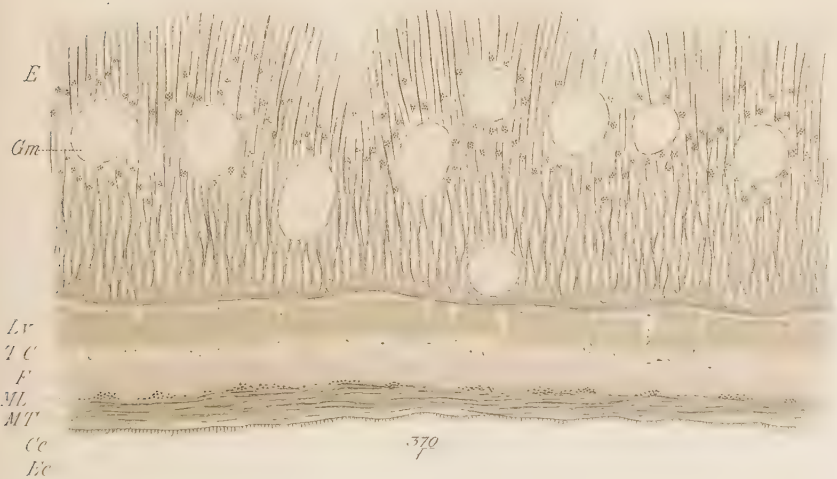
22.



26.



23.



25.





